ф

<36606534840015

<36606534840015

Bayer. Staatsbibliothek

Chem. 266r Saussure

R

Theodor von Saussure's

chemische Untersuchungen

über die

Vegetation.

Aus dem französischen übersetzt, mit einem Anhange und Zusätzen versehen

von

F. S. Voigt

der Philosophie und Arzneywissenschaft Doctor, Privatdozent zu Jena, und verschiedener gelehrter Gesellschaften Mitglied.

Leipzig, bey C. H. Reclam 1805.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorbericht

des

Herausgebers

Ueber den Werth des gegenwärtigen Werkes des Herrn von SAUSSURE*, des Sohnes des vor nicht gar langer Zeit verstorbenen berühmten Physikers zu Genf, ist in mehreren französischen und deutschen Zeitschriften seit seiner Erscheinung nur eine Stimme. Der Uebersetzer fand es in den Annales de Chimie nr.* 150. *von* BERTHOLLET †) *angezeigt, ferner in nr.* 86. *des Bulle-*

†) *Extrait lû à l'Institut national par* C. L. BERTHOLLET. *Ann. de Chim. p.* 129.

tin des sciences de la Société philomatique, und auch noch im *Iournal de physique* T. VIII. S. 393. u. f. ††). Dieser letztere Auszug ist in Gilberts Annalen der Physik Jahrgang 1804. St. 10. übersetzt. Ausserdem steht noch eine Notiz davon im *Moniteur* Nov. 1804.

Ueber meine eigene Arbeit habe ich nichts weiter zu bemerken, als dass ich mich bemüht,

Dieser berühmte Chemiker schliesst seinen Bericht (ohnstreitig der vorzüglichste unter den hier angeführten) folgendermaassen:

„Ich habe nur eine kurze Uebersicht von den ungeheuren Arbeiten geben können, welche in diesem „Werke zusammengedrängt sind, das den Ruhm des „Namens vergrössern wird, den sein Verfasser führt."

††) In diesem Auszuge steht in der kleinen Tabelle zuletzt, bey: *difference ou expiration*, 4,18 centim. cubes statt 4; und so auch bey Gilbert, der überdiess *inspiration* durch *Einhauchung* übersetzt.

die Uebersetzung so treu und correkt als möglich zu machen. Ich muste sogar hin und wieder dieser Treue die Politur des Stils aufopfern. Aus dem nemlichen Grunde sind auch ein paar lateinische Kunstnamen, Solidago vulgaris und Lilium album ungeändert im Texte stehen geblieben, ohngeachtet ich glaube, dass unser Verfasser Solidago Virgaurea und Lilium candidum gemeint hat. In Rüksicht der Maasse und Gewichte bin ich ihm ganz gefolgt, bis auf den Umstand, dass er sich jederzeit der neuen bedient, und die alten meistentheils in Klammern daneben gesetzt hat, welche Ordnung ich für die Uebersetzung umgekehrt habe. Blos da, wo die alten vergessen waren, habe ich sie nach einer Reduktionstabelle beygefügt. Ein kurzer Ueberblik wird indessen die Leser überzeugen, dass S. selbst die neuen Maasse und Gewichte mit grösserer Genauigkeit angegeben hat, als die alten, und man würde daher, wenn man seine Versuche wiederholen wollte, besser thun, sich in der Rechnung an jene zu halten.

In den erstern Bogen des Textes habe ich auf **Zusätze** *verwiesen: es ist hierunter der* **Anhang** *verstanden, welche Aufschrift ich mich erst späterhin meiner eigenen Arbeit zu geben entschloss.*

Ich halte es noch für meine Pflicht, meinen Freunden, den Herrn RITTER *und* KASTNER *öffentlich für ihre Mittheilungen von seltenen Schriften u. dgl., wodurch ich bey Bearbeitung dieses Buches sehr unterstützt worden bin, zu danken.*

Jena im Mai 1805.

Vorbericht

des

Verfassers.

Die Untersuchungen, mit welchen ich mich in diesem Werke beschäftige, haben den Einfluss des Wassers, der Luft, und der Dammerde auf die Vegetation zum Gegenstande. Ich verlange indessen keinesweges, in alle Theile dieses unermesslichen Gegenstandes einzudringen. Ich fasse nur diejenigen Fragen auf, welche durch die Erfahrung entschieden werden können, und lasse diejenigen bey Seite, die bloss zu Vermuthungen Anlass geben. In der Naturgeschichte führen Thatsachen allein zur Wahrheit. Bey Verfolgung dieses Weges wird man gezwungen einzusehen, dass die Entdeckung der Mittel, die die Natur zur

Entwickelung der Gewächse und zur Zusammensetzung ihrer Grundstoffe anwendet, noch lange Zeit über unsere Begriffe seyn wird. Die Auflösung dieser Fragen verlangt oft Angaben, welche wir nicht besitzen; sie erfodert genaue Verfahrungsarten zur Analyse der Pflanzen, und eine vollständige Kenntniss ihres Baues.

Die Funktionen des Wassers und der Gase bey Ernährung der Gewächse, und die Veränderungen welche sie die Atmosphäre derselben erleiden lassen, sind die Gegenstände, die ich am meisten ergründet habe. Die Beobachtungen von Priestley, Senebier und Ingenhouss haben die Laufbahn eröffnet, die ich verfolgte; sie erreichten aber den Zweck nicht, den ich mir vorgesetzt habe. Wenn die Einbildungskraft bisweilen die Lücken ausfüllte, die sie gelassen haben, so waren es Vermuthungen, deren Dunkelheit und Widersprechendes jederzeit ihre Ungewissheit anzeigten. Ich habe zu meinen eudiometrischen Proben

theils eine Schwefelleber (hydrosulfure de Potasse) theils Phosphor *) angewandt. Diese Verfahrungsarten verstatteten mir, in meine Analysen eine Genauigkeit zu bringen, zu der das Eudiometer mit salpetrigtem Gase, das die Schriftsteller, welche mir vorangegangen sind, anwandten, nicht gelangen konnte.

*) Wenn ich in diesem Werke die Anzeigen des Phosphoreudiometers gegeben habe, so sind sie immer von dem Irrthume befreyt worden, den das Stikgas durch die Ausdehnung darinne hervorbringen kann, indem es Phosphor auflöst. Berthollet hat die Correktion, welche diese Ausdehnung erfodert, mit Genauigkeit bestimmt. Es ist indess ein Fall vorhanden, wo diese Berichtigung vernachlässigt werden kann: nemlich da, wo man die Verdichtung des Sauerstoffgases aufs Haar in dem Augenblicke bemerkt, wo sie den höchsten Punkt erreicht hat, oder wenn der Phosphor aufhört, weisse Dämpfe auszustossen. Das Stikgas fängt bey dieser Operation nicht eher an, sich auszudehnen, als wenn es kein Sauerstoffgas mehr enthält. In den erstern Augenblicken nach der Verschwindung dieses letzteren Gases, ist die Ausdehnung des Stikgases un-

Meine Untersuchungen führen mich darauf, zu zeigen, wie das Wasser und die Luft mehr zur Bildung der troknen Substanz der Pflanzen beytragen, die auf einem fruchtbaren Boden wachsen, als die Materie der Dammerde selbst, welche sie, im Wasser aufgelöst, mittelst ihrer Wurzeln einsaugen.

Ich beschäftige mich auch mit noch einer Materie, die bisher nur zu Hypothesen Anlass gab: nemlich mit der, welche den Ursprung

bemerklich; sie kommt gewöhnlich nicht eher auf ihren höchsten Punkt, als vier und zwanzig Stunden nach der gänzlichen Einsaugung des Sauerstoffgases.

Ich habe zu diesen Proben die schnelle Verbrennung, und die von Grobert angezeigte gekrümmte Röhre angewandt. (*Analyse des eaux de Vaudier*). Wenn der Phosphor geschmolzen ist, neige ich das Eudiometer so, dass er fortfliesst, und sich der ganzen Länge der Röhre nach ausbreitet. Die Analyse der Luft wird durch dieses Verfahren in weniger als einer halben Stunde beendigt, und hat alsdann gar keine Correktion nöthig.

der Asche zum Gegenstand hat. Ich untersuche mittelst zahlreicher Experimente die Grundstoffe, welchen zufolge diese Aschen theils in ihrer Mischung, theils der Jahreszeit, der Natur der Gewächse und ihrer verschiedenen Theile nach, unterschieden sind. Diese Arbeit hat mir mehrere neue Entdeckungen eingetragen, welche beweisen, dass alle Fragen, die ich eben vorgebracht habe, aufgelöst werden können, ohne der Vegetation schaffende Kräfte und Verwandlungen beyzumessen, die den bekannten Beobachtungen zuwider sind.

Bey den Versuchen über die Vegetation bestreben sich so viele verschiedene und unvorhergesehene Ursachen einen Einfluss auf die Resultate zu äussern, dass man niemals unterlassen darf, alle dieselben begleitenden Umstände mit anzugeben. Die ausführlichen Beschreibungen, in welche ich aus diesem Grunde eingehen werde, sollen dazu dienen, den Grad des Zutrauens zu bestimmen, den man meinen Untersuchungen geben kann; sie wer-

den den Widersprüchen zuvorkommen, welche aus der Verschiedenheit des Verfahrens entspringen; sie sollen die Irrthümer aufklären, denen bey einer Reihe von langen und schwierigen Untersuchungen entgangen zu seyn, ich mir nicht schmeicheln kann, da sie vielleicht in ihren Resultaten nur allein auf die Gattungen der Pflanzen, die ich meiner Untersuchung unterwarf, angewandt werden können. Der Weg, welchen ich mir vorgeschrieben habe, ist ohne Zweifel ermüdend und trocken; zieht man indessen in Betrachtung, dass die Vervollkommnung des Ackerbaues der Zweck ist, wohin er gerichtet worden, so wird man die Schwierigkeiten ertragen, und die Fehler entschuldigen.

I n h a l t.

Seite

Erstes Capitel.

Von dem Einflusse des Sauerstoffgases auf das Keimen 1

§. 1. Vom Keimen — — — 1
§. 2. Anwendung des Sauerstoffgases beym Keimen 6
§. 3. Von den Veränderungen, die der Saame durch das Keimen erleidet — — 15
§. 4. Von dem Einflusse des Lichts auf das Keimen 19

Zweytes Capitel.

Von dem Einflusse des kohlensauren Gases auf die Vegetation 23

§. 1. Einfluss des kohlensauren Gases auf das Keimen 24
§. 2. Einfluss des kohlensauren Gases auf die entwickelten Pflanzen — — 25
§. 3. Die Bereitung des kohlensauren Gases durch die Blätter ist zu ihrer Vegetation in der Sonne nothwendig — — — 31

Seite

§. 4. Von der Zerlegung des kohlensauren Gases durch die grünen Theile der Vegetabilien 36

§. 5. Die Pflanzen, mit reinem Wasser in freier Luft genährt, schöpfen den Kohlenstoff aus der kleinen Quantität von kohlensaurem Gas, die von Natur in unserer Atmosphäre existirt 45

Weitere Bemerkungen über die Zerlegung der Kohlensäure durch die Vegetabilien — 48

Kürzliche Wiederholung — — 52

Drittes Capitel.

Von dem Einflusse des Sauerstoffgases auf die entwickelten Pflanzen 54

§. 1. Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas bey seiner Berührung mit den Blättern erleidet — — — 54

§. 2. A. Einathmen des Cactus Opuntia — 57

B. Die mit Sauerstoffgas gesättigten Blätter bilden in der Dunkelheit kohlensaures Gas 60

C. Der Cactus, welcher Sauerstoffgas eingeathmet hat, kann dieses nicht in dem leeren Raum unter der Glocke einer Luftpumpe wieder herausgeben — — 61

D. Die Blätter nehmen in denjenigen luftförmigen Umgebungen, welche kein freies Sauerstoffgas enthalten, keine merkbaren Einathmungen vor — — 63

E. Der Cactus athmet das kohlensaure Gas in dem nemlichen Verhältnisse ein, wie das Sauerstoffgas, wenn sich das erstere in letzterem in einer geringen Menge zugemischt befindet — — — 64

Seite

F. Der Cactus scheint nie mit Sauerstoffgas gesättigt, wenn er mehrere Tage oder eine unbestimmte Zeit hindurch in freier Luft im Dunkeln verweilt hat — 65

G. Der zerstörte (desorganisirte) Cactus, zeigt in der atmosphärischen Luft keine bemerkbare Einathmung — — 66

H. Folgerungen aus den vorstehenden Beobachtungen: das durch die Blätter im Dunkeln eingeathmete Sauerstoffgas wird in kohlensaures Gas verwandelt — — 67

§. 3. I. Aushauchung des Cactus in der atmosphärischen Luft — — 73

K. Aushauchung des Cactus unter destillirtem Wasser im Stikstoffgas — 75

L. Die Ausathmung steht mit der Einathmung im Verhältniss — — — 77

M. Wirkung des lebendigen Kalks oder der Pottasche auf das Ausathmen des Cactus 79

N. Die über die Aushauchung des Cactus erhaltenen Resultate können auf die Blätter anderer Pflanzen angewandt werden 80

§. 4. Vegetation im reinen Sauerstoffgas — 82

§. 5. Relative Quantitäten von Sauerstoffgas, die in der Dunkelheit von verschiedenen Blättern eingesogen werden — — 84

Erste Tabelle. Blätter von immergrünenden Bäumen und Sträuchern — — — 89

Zweyte Tabelle. Blätter von Bäumen und Sträuchern, die sich im Winter entlauben — 90

Dritte Tabelle. Blätter von krautartigen, aber nicht im Wasser wohnenden Pflanzen — 91

Vierte Tabelle. Blätter von Sumpf- oder Wasser-Pflanzen — — 92

Seite

Fünfte Tabelle. Blätter von fleischigen Gewächsen 93

§. 6. Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffgases auf die Wurzeln der Pflanzen — 94

§. 7. Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit den Wurzeln erleidet — — 99

§. 8. Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch die holzigen Stengel erleidet — 104

§. 9. Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit den Blüthen erleidet — — 114

§. 10. Einfluss des Sauerstoffgases auf die Früchte 119

§. 11. Nutzen des Sauerstoffgases bey der Ernährung der Gewächse — — 120

Kürzliche Wiederholung — — 122

Viertes Capitel.

Einfluss des Sauerstoffgases auf einige unmittelbare Pflanzenstoffe 125

§. 1. Anwendung des Sauerstoffgases beym Niederschlag der Extrakte — — — — 125

§. 2. Anwendung des Sauerstoffgases bey der Essigbildung — — — 131

§. 3. Einfluss des Sauerstoffgases auf das abgestorbene Holz — — — 135

§. 4. Verdichtung des Sauerstoffgases durch die Oele 140

§. 5. Verdichtung des Sauerstoffgases durch vegetabilische im Zustande der Fäulniss sich befindende Substanzen — — 142

Kürzliche Wiederholung — — 146

CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN
UEBER DIE
VEGETATION.

Erstes Capitel.

Von dem Einflusse des Sauerstoffgases auf das Keimen.

§. 1.

Vom Keimen.

Das Sauerstoffgas und das Wasser sind zwey Agentien, welche die Natur zugleich anwendet, um in den Saamen diejenige Entwickelung hervorzubringen, welche unter dem Namen *des Keimens* bekannt ist. Das Wasser allein vergrössert zwar, wenn es das Zellgewebe des Saamenkornes durchdringt, und es anfüllt, dessen Volumen, es bringt aber dasselbe noch nicht zum Keimen. Das Schnäbelchen ist für eine grosse Menge von Saamen eine Anzeige des Keimens, doch

nicht für alle. Einige treiben dieses Organ durch eine Anschwellung, welche eine Folge vom Einweichen im Wasser ist, hervor, aber keinesweges durch einen Akt ihrer Vegetation. Man kann hieran nicht zweifeln, sobald man weiss, dass manche todte Saamenkörner, oder solche, die durch ihr Alter die Fähigkeit zu keimen verloren haben, demohngeachtet ihr Schnäbelchen hervortreiben, als ob sie einer neuen Entwickelung fähig wären.

Der Kaffee zum Beyspiel a) der gar nicht keimen kann, wenn er früher als fünf oder sechs Wochen nach seinem Einsammeln gesäet worden ist, zeigt jene eben angeführte Erscheinung noch nach einer unbestimmten Reihe von Jahren. Er zeigt solche nicht nur im kalten Wasser, ohne Berührung der äusseren Luft, sondern auch in Flüssigkeiten, die ganz ausgemacht unfähig sind, das Pflanzenleben zu erwecken oder zu unterhalten; zum Beyspiel in kochendem Wasser, in Weinessig, und in verschiedenen gesättigten Salzauflösungen Dieses sehr geringe Wachsen, dessen Ende man schon vor dem Anschwellen, wodurch es bewirkt wird, voraus sehen kann, ändert weder den Geschmack, noch den Geruch, noch irgend eine andere Eigenschaft des Saamens. Die Eintränkung mit Wasser ohne die Berührung der Luft hat keine andere

a) Valmont de Bomare, *Dictionaire d'histoire naturelle* (Artikel *Café*) hat diese Erscheinung zuerst bekannt gemacht. Man hat sie aber ohne Grund einem wahren Keimen zugeschrieben. Linsen, welche ihre Kraft zu keimen verlohren haben, besitzen die nemliche Eigenschaft, nur in einem minder starken Grade.

Wirkung auf das Saamenkorn, als es zum schnelleren Faulen geschickt zu machen.

Verschiedene Saamenarten, als Erbsen, Linsen, und Sämereyen von Wasserpflanzen können unter dem Wasser keimen, aber dasselbe ist alsdann nicht rein, sondern ein Wasser, dem Sauerstoffgas fremdartig beygemischt ist. Ich habe unter einem mit Quecksilber angefüllten Rezipienten kochendes Wasser gebracht, und nach dem Abkühlen desselben Erbsen, Linsen, und Saamen von Alisma Plantago und Polygonum amphibium dazugethan; sie haben nicht die geringste Spur von Keimen gezeigt, so lange die Menge des gekochten Wassers das Gewicht der Saamenkörner nicht sieben bis acht mal überstieg; war es aber hundert- oder zweyhundertmal grösser, so keimten sie, und die Verlängerung ihres Schnäbelchens stand mit der Menge des sie umgebenden Wassers im Verhältniss. Es ist vielleicht überflüssig, die Ursache dieses Unterschiedes zu erklären, oder daran zu erinnern, dass das Wasser durch das Kochen nicht gänzlich vom Sauerstoffgas befreyt wird, welches sich darinne in einem Zustande von Ausstreuung oder Auflösung befindet, und dass ich daher durch Vergrösserung der Wassermenge eine hinreichende Menge Luft dazu brachte, um in den Saamen eine ganz schwache Entwickelung zu bewirken. Man hat behauptet, dass die im Wasser gequellten Erbsen keimten, wenn man sie nachher unter Oel brächte; ich habe diesen Versuch mehreremale wiederholt, aber nicht die angegebene Wirkung erhalten können.

Herr von Humboldt hat gefunden, dass die Saamen in einer sehr mit Wasser verdünnten, übergesäu-

erten Salzsäure keimten. Dieser Versuch, den ich in der Finsterniss mit fester, in kochendem Wasser aufgelöster übergesäuerter Salzsäure, ohne Berührung der äussern Luft, wiederholte, hat mir ein gleiches Resultat gegeben. Er beweist, dass es nicht wesentlich nothwendig ist, dass das Sauerstoffgas von aller Verbindung frey zu seyn braucht, um das Keimen zu erwecken; es ist aber doch diese Säure bis jetzt, zum wenigsten nach meinen Erfahrungen, immer noch die einzige Substanz, die diese Wirkung hervorbringt. Die verdünnte Salpetersäure, der man den nemlichen Einfluss zugeschrieben hatte, wirkt nicht anders, als in Berührung mit der äusseren Luft. Ich habe die Schwefelsäure und mehrere andere Säuren aus der Klasse derer versucht, bey welchen der Sauerstoff die geringste Anhänglichkeit zu haben scheint, aber ohne Erfolg. Eben so wenig bin ich bey Versuchen gleicher Art glücklich gewesen, die ich mit einer Mischung von gekochtem Wasser und verschiedenen Metalloxyden vornahm; ich bediente mich dabey des Braunsteins, des rothen Quecksilber- und des rothen Bleyoxydes.

Alle diese Versuche habe ich in Glasflaschen vorgenommen, die ich mit der bis zum Aufwallen erhitzten Flüssigkeit anfüllte; wenn sie bis zum dreyssigsten Wärmegrad des Reaumur'schen Thermometers abgekühlt war, brachte ich die Saamen hinein. Die Flaschen wurden hierauf sorgfältig verschlossen, und unter Quecksilber getaucht. Die Menge des bey jedem Versuche angewandten Wassers überstieg das Gewicht der Saamen nie mehr als um sechs bis siebenmal. Die Saamen mit welchen ich die Versuche anstellte, waren

Linsen, Erbsen, türkische Bohnen *), Bufbohnen **) und Saamen vom Froschlöffel ***) und dem Wasserknöterich ****).

Eine Bufbohne, eine Erbse und eine türkische Bohne zeigen, nachdem sie durch das Wasser ohne Beytritt des Sauerstoffgases gequellt, und dann von ihren Hüllen befreyt worden sind, einen bewundernswürdigen Bau. Man entdeckt durch das Mikroskop in dem kleinsten Häutchen, welches sich von der Oberfläche der Saamenlappen ablösen lässt, ein regelmässiges Gewebe eckiger Zellen. Dieses Gewebe ist auf der äusseren Oberfläche des Saamens, und an den Rändern der Kernstücke mit Mündungen oder drüsigen Poren besetzt, die dann einen so schönen Anblick auf der Oberfläche der entwickelten Blätter gewähren *b*); Man findet sie in grosser Menge bey den Erbsen, auf der Oberfläche der Saamenlappen, wo eine an der andern angefügt ist. Wenn die Saamen durch die Berührung mit Sauerstoffgas zu Keimen anfangen, so ist die Verlängerung ihres Schnäbelchens, über den Punkt hinaus, den dieses auch durch blosses Anschwellen

*) *Phaseolus vulgaris.* L. Auch Schminkbohne, Schneidebohne, Veitsbohne u. s. w., genannt.

**) *Vicia Faba.* L. Saubohne, Schweinsbohne.

***) *Alisma Plantago.* L.

****) *Polygonum amphibium.* L.

b) Diese Beobachtung, die ich hier nur bestätige, gehört Herrn Sprengel an. (*Anleitung zur Kenntniss der Gewächse B. I. S.* 396.) Sie zeigt nebst mehreren andern dieser Art, dass sich diese Oeffnungen nicht durch Berührung mit der Luft bilden.

im Wasser erleiden kann, das einzige Anzeichen ihres vegetabilischen Lebens; ausserdem ist nicht der geringste wesentliche Unterschied zwischen der Organisation eines durch reines Wasser aufgeschwellten, und der Organisation solchen Saamens zu bemerken, der zu Keimen beginnt. Bloss durch ein länger fortgesetztes Wachsthum werden uns die Veränderungen, die der Saame erleidet, bemerkbar; er verfault nicht, wie er bey Mangel an Berührung mit Sauerstoffgas gethan haben würde, aber sein Geschmack verändert sich, er wird scharf oder zuckerig, je nachdem es die Natur des Gewächses mit sich bringt. Die Kernstücke färben sich grün, indem sie dem Lichte ausgesetzt werden, und sie leeren sich mittelst ästiger Canäle, die uns gefärbte Einspritzungen zeigen können, in die sich entwickelnde Pflanze aus.

§. 2.

Anwendung des Sauerstoffgases beym Keimen.

Unsere Hülfsmittel sind zu beschränkt, um die Ursachen der Entwickelung der Vegetabilien zu entdecken, um den letzten Grad ihrer wunderbaren Organisation zu sehen, und erklären zu können, wie das Wachsthum sie vor Fäulniss oder der Zerstörung schütze, der sie doch durch die respective Verwandtschaft ihrer Elemente so sehr unterworfen zu seyn scheinen könnten. Wir haben gesehen, dass der Zutritt des Sauerstoffgases nothwendig war, wenn ein Keimen statt finden sollte; wir wollen uns jetzt bloss mit der Untersuchung beschäftigen, ob dieses Gas das Korn verändert, indem es sich mit ihm verbindet,

oder ob es ihm vielmehr einen seiner Grundbestandtheile entzieht. Es wäre auch möglich, dass es als *ein* Reitz- oder Erregungsmittel wirken könnte; ich werde mich aber nicht mit dieser verborgenen und unbestimmten Thätigkeit befassen, da sie hier doch durch keinen einzigen entscheidenden Versuch aufgeklärt werden kann *).

Sobald man einen Saamen in Sauerstoffgas keimen lässt, verschwindet dieses letztere, und wird in der nemlichen Zeit durch kohlensaures ersetzt. Rollo c) der dies bey der Gerste beobachtet hatte, glaubte, dass das verzehrte Sauerstoffgas auf folgende Art angewandt worden sey: 1. Der grösste Theil sey vom Saamen absorbirt worden; 2. habe es mit dem Kohlenstoffe des Saamens kohlensaures Gas gebildet; man sieht, dass diese Meinung eine blosse Muthmassung ist, die sich auf keine einzige genaue Analyse gründet.

Es schien mir nicht anders möglich, über das, was hier beym Keimen vorgeht, Licht zu verbreiten, als wenn ich die Quantität des verzehrten Sauerstoffgases mit der des kohlensauern, was sich zur nemlichen Zeit entwickelt, in Vergleichung stellte. Ueberwiegt die Menge des verzehrten Sauerstoffgases die,

*) *Eine solche Aeusserung deutet auf den Standpunkt hin, auf dem sich die französische Physiologie noch immer befindet. Deutsche Naturkündiger wissen, wie viele grosse Schritte wir hier schon vorwärts gethan haben. Siehe mehreres hierüber unter den Zusätzen.*

A. d. U.

c) Annales de Chimie T. XXV. p. 37.

welche in das bey der Operation erzeugte kohlensaure Gas hineingegangen ist, so kann man schliessen, dass der Saame in der That Sauerstoffgas absorbirt habe; sind aber beyde Mengen beständig einander gleich, so darf man daraus folgern, dass das Sauerstoffgas nicht durch die Saamen absorbirt worden sey, sondern dass es einzig dazu gedient habe, dem Gewächse seinen Kohlenstoff zu rauben, um damit kohlensaures Gas zu bilden.

Ich habe im *Journal de physique*, des siebenten Jahres, eine ausführliche Darstellung meiner hierher gehörigen Untersuchungen mitgetheilt. Meine Versuche wurden unter Glocken, die mit gemeiner atmosphärischer Luft angefüllt, und durch Quecksilber gesperrt waren, angestellt; ich habe nur eine sehr geringe Quantität Wasser hineingelassen, nemlich bloss soviel, als nöthig war, um die Saamen keimen zu lassen, damit diese Flussigkeit das während dem Keimen erzeugte kohlensaure Gas nicht merkbar einsaugen möchte. Es sind diese Versuche mit Erbsen, Bufbohnen, türkischen Bohnen, Gerste, Korn, Lattich (Lactuca), Portulak und Gartenkresse (Lepidium sativum L.) angestellt worden; sie haben mir insgesammt das angezeigte Resultat gegeben.

Der Kohlenstoff braucht, wenn er sich bey der Verbrennung mit dem Sauerstoffgase verbindet, das Volumen dieses letzteren gar nicht merklich zu verändern, denn man findet durch Berechnung nach Lavoisier's Angaben, dass hundert Kubikzoll kohlensaures Gas 49,67 Gran Sauerstoff enthalten, welche acht und neunzig Kubikzoll Sauerstoffgas ausmachen *d*). Die keimenden Saamen verändern eben so wenig, wie

die brennende Kohle merklich das Volumen des Sauerstoffgases, welches sie in kohlensaures Gas umwandeln. Lässt man nun zum Beyspiel Saamen in hundert Kubikzoll gemeiner Luft, welche ein und zwanzig Kubikzoll Sauerstoffgas, und neun und siebenzig Kubikzoll Stickstoffgas enthalten, keimen, so findet man, dass wenn das Keimen vierzehn Kubikzoll kohlensaures Gas hervorgebracht hat, nur sieben Kubikzoll freies Sauerstoffgas in ihrer Atmosphäre übrigbleiben; oder, wenn sieben Kubikzoll Kohlensäure hervorgebracht worden sind, im Rezipienten vierzehn Kubikzoll Sauerstoffgas zurückbleiben. Das Volumen des verzehrten Sauerstoffgases ist daher der Menge des in der nemlichen Zeit sich erzeugenden kohlensauren Gases gleich. Dieses Resultat, das bis jetzt keine Ausnahme leidet, ist eine Beobachtung, die uns über die Anwendung des Sauerstoffgases beym Keimen Aufklärung geben muss, man nehme eine Meinung über die Verhältnisse der constituirenden Bestandtheile des kohlensauren Gases an, welche man wolle.

Um die angegebenen Wirkungen zu beobachten, müssen die Saamenkörner in unmittelbarer Berührung mit dem Sauerstoffgase stehen; wenn sie desselben

d) Lavoisier fand bey seinem Versuche mit der Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgas, dass dieses eine kleine Verringerung von ohngefähr $\frac{5}{100}$ seines Volumens erlitt. Diese Abweichung entspringt daher, dass man die Kohle nicht gänzlich vom Wasserstoffe befreyen kann. Sie war auch um so geringer, je reiner oder trockner die Kohle war, die man anwandte. (*Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1781.)

durch eine Lage Wasser, oder durch ein gar zu starkes Uebereinanderhäufen der Körner beraubt werden, so faulen sie, und geben Wasserstoffgas und Kohlensäure von sich, da sie während dem Keimen blos Kohlenstoff verloren.

Rollo, welcher sah, dass in einem von allem Sauerstoffgase befreyten Medium die angefeuchteten Saamen kohlensaures Gas lieferten, schloss daraus, dass sie dieses Gas, oder doch seine beyden Elemente entwickelten, wenn sie mit Sauerstoffgas zugleich vorhanden sind; es ist aber gar keine Vergleichung, gar keine Analogie zwischen einem Saamen, der unter dem Einflusse des Sauerstoffgases keimt, und einem solchen, der sich an einem gänzlich desselben beraubten Orte entmischt.

Der Einfluss des Sauerstoffgases auf die Cotyledonen, selbst, wenn diese unter der Erde bleiben, wie zum Beyspiel bey den türkischen Bohnen und den Bufbohnen, ist der Vegetation der Pflanzen nachdem sie gekeimt haben, nützlich: denn, wenn man Saamen im Wasser keimen läst, so kann die Pflanze, welche herauskommt, nicht anders in der Luft gedeihen, als so lange ihre Saamenlappen unter der Oberfläche des Wassers bleiben.

Saamen, welche unter einem Rezipienten voll reinen Sauerstoffgases mit Hülfe des Wassers keimen, erzeugen unter einerley Umständen eine weit grössere Menge kohlensaures Gas, als solche, die unter einem Rezipienten, voll atmosphärischer Luft entwickelt werden. Die Kohlensäure scheint in allen Proportionen dem anfangenden Keimen nachtheilig zu seyn;

wenn man angefeuchteten lebendigen Kalk unter einen mit Luft gefüllten Rezipienten, in welchem man die Saamenkörner keimen lässt, bringt, auf solche Art indessen, dass sie mit dieser Erde nicht in Berührung kommen, so wird das Wachsthum ihres Würzelchens dadurch etwas beschleunigt. Eine Quantität kohlensaures Gas, so klein sie auch seyn mag, der gemeinen Luft, worin die Saamen sich entwickeln sollen, zugesetzt, hindert das Keimen mehr, als eine gleiche Menge Wasserstoffgas oder Stikstoffgas.

Ich habe nicht den geringsten Unterschied in der Epoche des Keimens bey den Saamen sehen können, wovon ich einige in atmosphärische Luft, andere in Sauerstoffgas zum Keimen gebracht hatte. Eben so wenig fand ich, dass Erbsen, Korn, und Kresse in freyer Luft auf zwey Schwämme gelegt, deren einer mit sehr stark oxygenirtem Wasser, welches ich mittelst einer Compressionspumpe bereitet, und der andere mit gekochtem Wasser benetzt war, zu verschiedenen Zeiten gekeimt hätten; als ich den Versuch fortsetzte, indem ich die Würzelchen in ausgekochtem und oxygenirtem Wasser erhielt, verlängerten sie sich auffallend weniger in dem letzteren. Man kann diese Wirkung zwey verschiedenen Ursachen zuschreiben; einmal, dass das reine Sauerstoffgas eine zu grosse Menge Kohlenstoff raube, und dann, dass das häufigere kohlensaure Gas dem Entwickeln nachtheilig sey. Ueberhaupt scheint dieses Gas den Vegetabilien nur in dem Maasse nützlich zu seyn, als sie es zersetzen können, die Saamen scheinen aber diese Zersetzung vor der Entwickelung ihres Blattfederchens nicht bewerkstelligen zu können.

Es ist vielleicht überflüssig, anzumerken, dass die Saamen nach ihrer Gattung verschiedene Dosen von Sauerstoffgas erfodern, um zu dem Anfangspunkt eines Keimens zu gelangen. Die Saamen der türkischen Bohne, der Bufbohne und des Lattichs verbrauchen davon bey gleichem Gewichte mehr, als die Erbsen, und diese wiederum mehr als Korn, Gerste und Portulak. Es ist sehr schwer diese Quantität von Gas durch Zahlen genau anzugeben, da der bestimmte Anfangspunct des Keimens immer etwas ungewiss bleibt.

Die Quantität des verzehrten Sauerstoffgases, die nothwendig ist, um einen Anfang im Keimen hervorzubringen, schien mir bey türkischen und Bufbohnen, und dem Lattich einerley zu seyn, und ohngefähr den hundertsten Theil ihres Gewichtes zu betragen. Das Sauerstoffgas, welches von Weitzen, Gerste und Portulak verbraucht wird, ist dem tausendsten oder zweytausendsten Theile ihres Gewichtes gleich. Der Kohlenstoff, den diese Saamen dabey verlieren, beträgt etwa nur den dritten Theil dieser Quantität.

Die Menge des Sauerstoffgases, was die nemlichen Saamen zum Keimen brauchen, ist, bey übrigens durchaus gleichen Umständen, ihrem Gewichte, und nicht ihrer Zahl verhältnissmässig. Ich habe vier grosse Bufbohnen, deren Gewicht so viel als das von drey und zwanzig kleinern betrug, ausgewählt, und sowohl diese kleinern als die grossen zu einerley Zeit, aber unter zwey mit Quecksilber gesperrten Rezipienten abgesondert, keimen lassen, und die vier grossen haben bey dieser Operation eben soviel Sauerstoffgas, als die drey und zwanzig kleinen verbraucht. Ein

grosses Saamenkorn erfodert daher mehr Sauerstoffgas, als ein kleineres derselben Gattung: letzteres kann in einer grössern Tiefe der Erde keimen, als jenes. Wenn die Erfahrung lehrt, dass sich grosse Saamen in einer Tiefe entwickeln, in der kleine Körner umkommen, so liegt der Grund davon nicht darinn, dass die letzteren nicht keimen, sondern darinn dass ihre weit schwächeren Blattfederchen die sie bedeckende Erde nicht in die Höhe heben können.

§. 3.

Von den Veränderungen die der Saame durch das Keimen erleidet.

Man beobachtet beym Keimen keine einzige Erscheinung, die uns nöthigte eine Zersetzung des Wassers anzunehmen, denn die Saamen hauchen zu dieser Zeit weder Wasserstoffgas noch Sauerstoffgas aus: letzteres bildet zwar zum Theil das kohlensaure Gas mit, das durch die Saamen bereitet wird, aber es gehörte ihrer Atmosphäre schon vor dem Keimen an.

Saamen, die sich gänzlich unter Wasser, oder mit dieser Flüssigkeit in reinem Stikgase befinden, hauchen alsdann kohlensaures Gas, gekohltes Wasserstoffgas, und Stikgas aus. Diese Aushauchungen sind aber Elemente des Saamenkorns, die sich von dessen Substanz während seiner Gährung trennen. Sie werden bloss wahrgenommen, wenn der Saame zu faulen anfängt, niemals aber während seiner Vegetation oder Entwickelung, selbst nicht während seiner Gährung,

wenn diese in unmittelbarer Berührung mit Sauerstoffgas vor sich geht e).

Mehrere Saamen gehen beym Keimen aus dem schleimigten Zustand in den zuckerigten über. Weil Rollo schon bemerkt, dass sie diese Geschmacksveränderung weder in reinem Wasser, noch in einem von Sauerstoffgas befreyten Medium erleiden, und da die Analyse schon lange gezeigt hat, dass der Zucker mehr Sauerstoff als der Schleim enthalte, so hat man aus diesen vereinigten Beobachtungen geschlossen, dass

e) Ich sage: in unmittelbarer Berührung; denn die Berührung der atmosphärischen Luft mit dem Wasser, unter welchem sich die todten Saamenkörner befinden, vermehrt ganz ausgezeichnet die Entwickelung des Wasserstoffgases. Bringt man Saamen unter etwas Wasser und bedeckt selbiges mit einer Schicht Oel, oder setzt man sie, ohne Oel, mit etwas wenigem Wasser unter einen mit Quecksilber gesperrten Rezipienten, so können sie dann nur sehr wenig Gas aushauchen, höchstens drey bis viermal ihr Volumen, und das Vegetabil verändert sich nicht merklich; schafft man jedoch das Oel oder das Quecksilber bey Seite, so hat die Aushauchung von Wasserstoffgas keine andre Grenze als das fast gänzliche Verschwinden des Saamens. Man könnte glauben, dass der mechanische Druck des Oeles oder des Quecksilbers diese Entwickelung unterbräche; bey meinen Versuchen war dieser aber nicht so bedeutend, dass er solch' eine Wirkung hätte hervorbringen können, denn eine Wassersäule, die jenen Flüssigkeiten an Gewicht gleich kam, würde die Aushauchung dieses Gases nicht aufhalten. Ich glaube, dass das kohlensaure Gas, welches das Wasser in grösserer Menge zurückhält, wenn es nicht mit der Atmosphäre in Berührung ist, dem Saamen als fäulnisswidriges Mittel (antisepticum) dient.

sich der Zucker im keimenden Saamenkorne blos darum bilde, weil sich letzteres mit dem Sauerstoffgase, das ihm zur Atmosphäre dient, vereinigt, oder, weil es das umgebende Wasser zerlegt.

Diese Folgerungen oder Erklärungen sind aber gar nicht nöthig; denn der Schleim der Saamen besteht aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff, und das Verhältniss des Sauerstoffes kann bey dieser Verbindung eben so gut durch Entziehung eines andern Elementes (des Kohlenstoffs), als durch Hinzufügen von neuem Sauerstoff, vergrössert werden.

Wenn ich einen jeden beliebigen Saamen, der auf den äussersten Grad der Trokniss gebracht war, in einem verschlossenen Gefässe mit reinem Wasser keimen liess, so fand ich jederzeit, dass dieser gekeimte und wieder getroknete Saame weniger wog, als er vor dem Keimen gewogen hatte, ob ich ihm gleich durch Berechnung den Kohlenstoff, den er an das kohlensaure Gas, sowohl während der Entwickelung, als bey dem Eintrocknen verloren hatte, und überdem noch die kleine Quantität Schleim oder Extract zugab, was in dem zu seiner Entwickelung dienenden Gase geblieben seyn konnte. Ich hatte, um diess zu erfahren, dieselben Saamen vor dem Versuche, und, nachdem sie gekeimt hatten und wieder getroknet worden waren, gewogen.

Es kann dieses sonderbare Resultat meiner Meinung nach nicht anders erklärt werden als wenn man annimmt, dass der Saame Wasser verloren habe, welches er vorher in seiner eigenen Substanz gebunden hielt. Es bleibt nur übrig, zu bestimmen, ob dieses Wasser zur Zeit des Keimens, oder nach dem Tode

des Saamenkornes, beym Troknen, entwichen sey. Es ist mir vorgekommen, als ob diess bloss während der letzteren Operation geschehen sey, weil, wenn ich den Versuch um das doppelte oder dreyfache verlängerte, doch der Verlust am Gewichte immer der nemliche blieb, während dass bey einer Verlängerung des Troknens die Verminderung jederzeit beträchtlicher ausfiel Drey und siebenzig, fünf Jahr alte Erbsen, die noch mehrere Wochen hindurch in einem beständig zu zwanzig Grad des Reaumur'schen Thermometers erwärmten Dörrofen getroknet worden waren, wogen zusammen zweyhundert Gran. Sie wurden mit fünfmal soviel, dem Gewichte nach gerechnet, destillirtem Wasser in eine grosse mit atmosphärischer Luft gefüllte Flasche gebracht, die mit einem Glasstöpsel verschlossen und unter Quecksilber gestellt wurde. Nach Verlauf von zwey Tagen brachte ich sie heraus; sie hatten alle gekeimt, und während der Zeit dieser Entwickelung vier und einen halben Kubikzoll kohlensaures Gas gebildet, welche nach Lavoisier 0,35 Kohlenstoff enthalten. Das in der Flasche übergebliebene Wasser liess nach einer Verdunstung in gelinder Wärme einen Rückstand von 0,75 Gran Schleim oder Extract.

Ich liess diese Erbsen in einem flachen Gefässe in dem nemlichen Dörrofen, wo sie gekeimt hatten trocknen, und beobachtete durch vergleichende Versuche mit andern gekeimten Saamen die Veränderungen, die sie in ihrer Atmosphäre beym Troknen vornehmen. Ich fand, dass sie gar kein Wasserstoffgas erzeugten, und dass sie, wie beym Keimen, kohlensaures Gas mit dem sie umgebenden Sauerstoffgase bildeten, ohne

die Kohlensäure aus ihrer Substanz allein hervorzubringen. Die Quantität an Kohlenstoff, den die todten Körner verloren, schien mir in dem nemlichen Zeitraume und bey derselben Temperatur geringer, als die, welche sie während der Vegetation eingebüsst hatten. Sie brauchten zum Troknen zwey Tage, d. h. eben soviel Zeit, als sie zum Keimen angewandt hatten; ich will, um der Kürze willen, annehmen, dass die Quantitäten des Kohlenstoffs, den sie während dieser beyden Operationen verloren hatten, einander gleich gewesen seyen.

Die Saamen haben beym Troknen weder durch den Geruch, noch durch andere Produkte, noch durch ihr äusseres Ansehen, irgend ein Zeichen von Fäulniss oder Veränderung von sich gegeben. Blos ihr Volumen hat sich merklich vermindert. Nach den von mir angeführten Resultaten hätten diese Saamenkörner trocken $200 - 0{,}85 \times 2 - 0{,}75 = 197{,}5$ Gran wiegen müssen. Nun fand ich aber dass sie nur 189 Gran wogen, sie konnten daher ausser den Bestandtheilen von denen ich gesprochen, weiter nichts als Wasser verloren haben, und dieser Wasserverlust belief sich ohngefähr auf acht Gran.

Ich habe denselben Versuch bey der nemlichen Temperatur, mit vollkommen ähnlichen Saamen wiederholt, wo ich sie aber statt zwey Tagen in der Flasche vier Tage lang keimen oder vegetiren liess, und sie haben hier fast gerade die doppelte Quantität Kohlenstoff verloren.

Jedoch verloren sie nicht mehr als acht Gran Wasser, wie beym vorhergehenden Versuche, obgleich

die Zeit des Troknens die nemliche blieb. Als ich das Troknen länger fortsetzte, und sie aus diesem Grunde in eine niedrigere Temperatur an einen feuchtern Ort brachte, nahm der Wasserverlust zu.

Diese Versuche sind mit türkischen und mit Bufbohnen wiederholt worden. Die Resultate haben sich auf ähnliche Weise ergeben. Der trokene gekeimte Saame hat weniger gewogen, als der trokene nicht gekeimte, und der Unterschied fiel weit beträchtlicher aus, als bey einem Verlust an blossem Kohlenstoffe und Extract hätte herauskommen müssen.

Da der Saame beym Troknen das Volumen seiner Atmosphäre nicht verändert, und da sich das Sauerstoffgas, was er dabey zum Verschwinden bringt, auf das Haar in gleicher Menge in dem hervorgebrachten kohlensauren Gase wiederfindet; so darf man annehmen, dass das in der atmosphärischen Luft enthaltene Sauerstoffgas an der Erzeugung dieses Wassers keinen unmittelbaren Antheil hat; oder, mit andern Worten, dass es sich nicht mit dem Wasserstoffe des Vegetabils verbindet, um jenes zu bilden; sondern dass es ganz allein aus der Substanz des Saamens selbst hervor kommt.

Der Saame verliert daher in der Gestalt von Wasser einen Theil seines Wasserstoffs und Sauerstoffs, und dieser Verlust muss das Verhältniss seiner andern Bestandtheile, zumal des Kohlenstoffes, erhöhen. Ich habe in der That gefunden, dass dem Gewichte nach, hundert Theile trokner Saamenkörner, die in einem verschlossenen Gefässe mit Sauerstoffgas gekeimt hatten, mehr Kohlenstoff enthalten, als hundert Theile

trokner nicht gekeimter Saamen. Um eine Mittelzahl aus verschiedenen Beobachtungen herauszunehmen, fand ich, dass hundert Pfund Erbsen durch Verkohlung 17¾ Pfund Kohle gaben, während hundert Pfund von dem nemlichen getrokneten Saamen, nachdem sie in einem verschlossenen Gefässe in Sauerstoffgas gekeimt hatten, achtzehn Pfund Kohle lieferten.

Dieser Abgang an Wasser und die Zunahme des Kohlenstoffes, welche hieraus entsteht, findet bloss nach dem Tode der Pflanze statt. Der Saame, der in einem verschlossenen Gefässe in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoffgase keimt, verliert kein vorher gebunden gewesenes Wasser. Eben so wenig bindet er dergleichen, er verliert nichts als Kohlenstoff. Die unmitttelbare Einwirkung des Sauerstoffgases auf das todte Saamenkorn *f*) und auf das keimende, ist im wesentlichen die nemliche, sie schränkt sich in beyden Fällen bloss auf den Raub des Kohlenstoffes ein. Aber die Folgen sind verschieden: das todte Korn verliert gebunden gewesenes Wasser, es sey nun als Sauerstoff oder Wasserstoff; der keimende Saame hält es zurük.

§. 4.

Von dem Einflusse des Lichts auf das Keimen.

Senebier ist der erste Physiker, der darauf geleitet wurde, anzunehmen, dass das Licht dem Keimen schädlich sey. Diese Meinung wurde durch die

f) Ich spreche hier nicht von den Wirkungen, die in den letzten Perioden der Fäulniss statt finden, auf diese werde ich in der Folge zurückkommen.

vergleichenden Versuche bestätigt, die INGENHOUSS im Schatten und in der Sonne anstellte: sie war es ausserdem schon durch die Erfahrung der Gärtner, die es vortheilhaft fanden, ihre Saaten vor der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstralen zu schützen.

Es ist jetzt zu bestimmen, ob der nachtheilige Einfluss dieses Gestirnes seiner Wärme, die die Pflanze desorganisiren könnte, oder dem blossen rein für sich betrachteten Lichte beyzumessen sey.

Man hat geglaubt, hier den Einfluss des Lichts anerkennen zu müssen, weil die comparativen Versuche hierüber im Schatten und in der Sonne in gleichen Temperaturen nach der Anzeige des Thermometers vorgenommen worden sind. Allein, man muss bedenken, dass dieses Instrument unter einen Rezipienten in die Atmosphäre der Saamen gebracht, nicht den wahren Wärmegrad anzeigt, den diese auf ihrer Oberfläche durch den Eindruk der Sonnenstrahlen erleiden. Diese Hitze wird so augenbliklich in die umgebenden Körper vertheilt, dass sie unsern Instrumenten entgeht. Sie steigt vielleicht, wie uns diess Graf RUMFORD hat beobachten lassen *g*), bis zur Glühhitze. Das Pflänzchen muss um so mehr davon angegriffen werden, als seine Organe noch alle in einem kleinen Raume vereinigt liegen, da es weniger ausdunstet, und weniger kohlensaures Gas zerlegt *h*). Jetzt beweist aber die Erfahrung, dass die jungen Pflänzchen

g) Essais politiques, économiques, et philosophiques T. II., p. 273.

h) Die Zersetzung des kohlensauren Gases muss Kälte hervorbringen, weil seine Zusammensetzung Wärme liefert.

um so weniger ausdunsten, je weniger sie entwickelt sind; ausserdem zeigt sie auch, dass die jungen Blättchen bey gleichem Volumen, weniger Kohlensäure entmischen als die erwachsenen.

Ich habe versucht, zu gleicher Zeit, genau gewogene Saamen unter zwey gleichen Rezipienten keimen zu lassen, wovon der eine undurchsichtig, der andere vollkommen durchsichtig war; die unter dem letztern befindlichen Saamen empfingen indess nur ein zerstreutes Sonnenlicht, so wie wir es durch eine dicke Wolkenschicht erhalten. Die Temperatur war nach der Anzeige eines äusserst empfindlichen Thermometers bey beyden Versuchen völlig gleich. Da habe ich aber bey diesen unter jene Gefässe gebrachten Saamenkörnern nicht den geringsten Unterschied im Keimen wahrnehmen können. Als ich den Versuch mit diesen gekeimten Saamen verlängerte, wurden die unter dem durchsichtigen Behälter schwerer, auch war ihre Vegetation daselbst kräftiger und weiter vorgerükt. Die Blattfederchen der in der Dunkelheit entwickelten Saamen zeigten sich schlanker, und mehr verlängert, welches eine Wirkung von dem schmächtigen Aufschiessen (*étiolement*) war. Ich glaube aus diesen Versuchen schliessen zu können, dass nichts beweiset, dass das Licht, abgesehen von der es begleitenden Hitze, einen nachtheiligen Einfluss auf das Keimen und auf die Vegetation der jungen Pflanze habe *).

*) *Ueber die Richtigkeit dieses Schlusses, wenn er gleich voreilig scheint, siehe die Zusätze.*

A. d. Ueb.

Le Febvre *i*) bemerkt, dass die Sonne dem Keimen nicht deswegen nachtheilig sey, weil sie die Saamen eintrokne; denn er hat beobachtet, dass jenes unter Wasser im Schatten schneller vor sich gieng, als in der Sonne. Obgleich sich die Gründe auch hierauf anwenden lassen, die ich über die Schwierigkeit angeführt habe, eine so sehr intensive Hitze, als die Oberfläche eines Saamens erlangen kann, wenn man ihn den Sonnenstrahlen in freier Luft aussetzt, zu bestimmen, so sind diese nicht einmal die einzige Ursache der Resultate, die dieser Schriftsteller erhalten hat. Die Vegetation unter dem Wasser kann im Sonnenlichte auch noch darum aufgehalten werden, weil die im Wasser befindliche Luft, mit deren Hülfe das Keimen im Schatten hätte vor sich gehen können, zum Theil durch den Einfluss der Sonnenstralen entwichen ist.

i) Expériences sur la germination des Plantes, per le Febvre p. 136.

Zweytes Capit l.

Von dem Einflusse des kohlensauren Gases auf die Vegetation *).

Ich würde vielleicht eine regelmässigere Ordnung beobachtet haben, wenn ich vorher von dem Einflusse des Sauerstoffgases auf die entwickelten Pflanzen gehandelt, und dann erst den Uebergang zu der Untersuchung der Wirkungen des kohlensauren Gases, welches nur sekundär ist, und sie immer bloss in Gesellschaft des Sauerstoffgas ausübt, gemacht hätte; allein die Kenntniss von den Thätigkeiten des letztern erfodert einige vorläufige Angaben, die mich nöthigen, die natürliche Ordnung umzukehren.

*) *Da unser Verfasser überhaupt nicht von der Geschichte seines Gegenstandes gesprochen hat, so sey es mir erlaubt, mit einem Worte hier an die Entdeckung des Einflusses dieses Gases auf die Vegetation zu erinnern.* MACBRIDE *war der erste, der dessen Anwesenheit bey Pflanzen schon im Jahre* 1764. *auf eine sinnreiche Weise darthat. Späterhin, in den siebenziger Jahren, wurde es hauptsächlich von* PRIESTLEY *in dieser Rücksicht untersucht, und nicht lange hernach, bis ohngefähr zu dem Jahre* 1784. *der völlig genauern Prüfung von* INGENHOUSS *und* SENEBIER *unterworfen. Ihr Streit um manche Entdeckungen, wobey sich letzterer besonders in seinen* Expérienc. s. l. lumière solaire d. l. végétat. 1788. *zu rechtfertigen sucht, haben ohne Zweifel viel dazu beygetragen, uns auf diese, in der Oekonomie der Natur so äusserst merkwürdige Substanz aufmerksam zu machen.*

A. d. Ueb.

§. 1.

Einfluss des kohlensauren Gases auf das Keimen.

Die Saamen keimen in dem reinen kohlensauren Gase nicht. Eine kleine Quantität (etwa der zwölfte Theil) davon, die mit atmosphärischer Luft vermischt im Sonnenlichte die Vegetation der entwickelten Pflanzen begünstigt, schadet dem Keimen, und verzögert es mehr, als eine gleiche Menge Wasserstoffgas oder Stikgas gethan haben würde, gleichviel, ob diese dabey im Schatten oder im Lichte stehen. Bringt man unter einen Rezipienten, in welchem man Saamen mit reinem Wasser und atmosphärischer Luft hat keimen lassen, Potasche, oder eine Substanz, die geeignet ist, das kohlensaure Gas zu absorbiren, welches dieselben mit dem umgebenden Sauerstoffgas bilden, so wird die Entwickelung dieser Keime dadurch beschleunigt. Es ist mir immer vorgekommen, als wenn das Keimen in angefeuchteten Sande oder zwischen zwey nassen Schwämmen besser von statten gieng, als in Gartenerde; da nun letzteres immer kohlensaures Gas liefert, so ist diess natürlich. Im allgemeinen gesprochen scheint dieses Gas den Vegetabilien nur in so weit nützlich zu seyn, als sie es zerlegen können, und die Saamen scheinen in den ersten Augenblicken ihrer Entwickelung diese Entmischung nicht merklich vornehmen zu können. Wir bemerken indess, dass, da die Saamen beym Keimen eine zu grosse Menge von kohlensaurem Gase hervorbringen, als dass man sie gänzlich davon zu befreyen vermöchte, es unmöglich bleibt, zu entscheiden, ob dessen völlige Abwesenheit ihnen schädlich oder nützlich sey.

§. 2.

Einfluss des kohlensauren Gases auf die entwickelten Pflanzen.

Ernährt man die eben gekeimten Saamen mit Wasser, welches man leicht mit kohlensaurem Gas geschwängert hat, so scheint ihnen dieses in der gegenwärtigen Periode weniger vortheilhaft zu seyn, als in den nachfolgenden Zeiten ihres vegetabilischen Lebens. Ich habe auf zwey Bechern, wovon der eine mit destillirtem, der andere mit gesäuertem Wasser *a*) angefüllt war, zwey Täfelchen gelegt, die mit vier und zwanzig Löchern durchbohrt, zur Unterstützung eben so vieler in destillirtem Wasser gekeimter Erbsen bestimmt waren. Die Würzelchen dieser Erbsen hatten zu der Zeit, da der Versuch anfieng, eine Länge von zwey und einer halben Linie. (6 *millimètres*).

Nach Verlauf von zehn Tagen hatten sich die Würzelchen, welche in Berührung mit dem destillirten Wasser waren, um fünf Zoll (1, 3 *decimètre*) mehr verlängert, als diejenigen, welche sich in dem gesäuerten Wasser befunden hatten. Stängel und Blät-

a) Dieses Wasser enthielt in den ersten Augenblicken ohngefähr ein viertel seines Volumens an kohlensaurem Gas; da es aber der freyen Luft im Sonnenlichte ausgesetzt wurde, so behielt es während dem ganzen Verlaufe des Versuches, der sechs Wochen dauerte, eine bey weitem geringere Menge bey sich; in dieser Zeit wurde das angeschwängerte Wasser viermal erneut.

ter waren in gleichem Verhältnisse entwickelt. Als sich indess nach einem Monate die durch gesäuertes Wasser ernährten Pflanzen auch mehr entwickelt hatten, unterschieden sie sich nicht mehr von den in reinem Wasser herangewachsenen, welche schon einige Tage früher auf den höchsten Punkt ihres Wachsthumes gekommen waren. Ja, diese wurden sogar nach der Reihe von den erstern übertroffen; die auf dem gesäuerten Wasser befindlich gewesenen Erbsen-Pflänzchen hatten nach Verlauf von sechs Wochen eine Zunahme von 12 Quentchen + 39 Gran (46,4 *grammes*) erhalten, da jene, mit Hülfe des reinen Wassers gewachsenen, nur um 12 Quentchen, + 22 Gran schwerer geworden waren *b*). Es ist wichtig, anzumerken, dass SENEBIER gefunden, dass junge Blätter bey gleichem Volumen und Zeit weniger kohlensaures Gas zersetzen, als erwachsenere.

Bey den eben erzählten Versuchen vegetirten die Stängel der Pflanzen in freier Luft, und erhielten kaum durch die Wurzel das fremde kohlensaure Gas, das man ihnen in der Auflösung durch Wasser reichte.

b) RUCKERT fand (*in Crell's Annalen*) dass Bufbohnen und Veilchen die er in Töpfe mit Gartenerde gefüllt, pflanzte, besser gediehen, wenn er sie mit einem Wasser begoss, das zu einem Drittheil seines Volumens mit kohlensaurem Gase imprägnirt worden war, als wenn er sie mit destillirtem Wasser angefeuchtet hatte. Ich habe bey einem Versuche dieser Art keinen merklichen Unterschied wahrnehmen können: es ist möglich, dass meine Erde, die mehr gedüngt war, den Pflanzen eine überflüssige Menge Kohlensäure lieferte.

Es bleibt mir jetzt übrig, zu untersuchen, ob dieses Gas den Pflanzen nützlich sey, wenn es ihnen als Atmosphäre dient.

Percival (*Denkschriften der Gesellschaft zu Manchester II. Band*) hat beobachtet, dass eine Münzenpflanze (Mentha L.) die man mit Wasser ernährte, und einem Strome von atmosphärischer, mit kohlensaurem Gas gemischter Luft aussetzte, besser fortkam, als eine ähnliche, die sich in einem blos aus atmosphärischer bestehenden Luftstrome befand.

Ich habe gesucht, diese erstere Beobachtung zu bekräftigen, und die Dosis von kohlensaurem Gase zu bestimmen, welche, mit atmosphärischer Luft gemischt, die Vegetation begünstigen kann.

Ich habe Erbsen mittelst des Wassers keimen lassen, bis jede Pflanze ohngefähr eine Höhe von vier Zoll (1 *decimètre*) erreicht hatte, und alsdann etwa siebenzehn Gran (*eine Gramme*) wog. Ich setzte hierauf drey Stück für jeden Versuch in ein mit einem Fusse versehenes Glas voll Wasser, so dass sich blos die Wurzeln darinn eintauchten, und brachte sie dann unter Rezipienten mit verschiedenen Mischungen von gemeiner Luft und kohlensaurem Gas. Da die Glocken mehr als die Hälfte ihres Volumens Kohlensäure enthielten, so verschloss ich sie durch Wasser, dessen Oberfläche innerhalb derselben mit einer Schicht Oel bedeckt wurde. Bey jedem Versuche hatten drey Erbsenpflänzchen eine Atmosphäre von funfzig Kubikzoll (990 *centimètres cubes*) und sie selbst nahmen nicht den vierhundertsten Theil davon ein. Sie empfiengen

alle Tage fünf oder sechs Stunden lang die geraden Strahlen der Sonne, die bloss gemässigt wurden, wenn sie zu viel Heftigkeit äusserten. Ich hatte zu gleicher Zeit und am nemlichen Orte ähnliche Vorrichtungen für ein schwaches und zerstreutes Licht aufgestellt. Letzterer Art gebe ich die Benennung einer *Aussetzung im Schatten.*

Resultate in der Sonne.

Die Mittelzahl für die Zunahme am Gewichte der zehn Tage lang dem Sonnenlichte ausgesezten Pflanzen, war in reiner atmosphärischer Luft für jede Erbse acht Gran *c*). Sie verwelkten unter derselben Aussetzung, sobald sie mit dem kohlensauren Gas in Berührung gebracht worden waren.

Das nemliche Schicksal wurde ihnen in einer Atmosphäre zu Theil, die drey Viertheile und zwey Drittheile kohlensaures Gas enthielt.

c) Diese Gewichtszunahme war grösstentheils, wo nicht vielleicht ganz und gar, dem Hereindringen des Wassers, vielleicht wohl nur Vegetationswassers, in die Blätter zuzuschreiben, die sich während dem Versuche entwickelten, und die ihre feste Substanz aus den damals noch dicken und an der Pflanze hängenden Saamenlappen zogen. Diese Keimstücke enthielten drey oder viermal weniger Vegetationswasser, als die Blätter, zu deren Entwickelung sie beytrugen. Ich werde anderswo auf diesen Gegenstand zurückkommen, der mit dem gegenwärtigen nicht in der geringsten Verbindung steht.

Sie wuchsen sieben Tage lang in dem Gefässe, welches die Hälfte seines Volumens Kohlensäure enthielt; nach dieser Zeit hörten sie auf zu vegetiren.

Diejenigen Pflanzen, deren Atmosphäre um ein Viertel ihres Volumens mit kohlensaurem Gas versehen war, hielten sich die zehn Tage hindurch, welche zu ihrem Versuche bestimmt worden waren; doch zeigten sie wenig Gedeihen. Jede Erbse nahm um nicht mehr als fünf Gran zu.

Mit dem achten Theil Kohlensäure, war die Mittelzahl in der Zunahme von jeder, sieben Gran.

Endlich betrug das Mittel der Vergrösserung jeder Pflanze in einer Atmosphäre von gemeiner Luft, deren zwölfter Theil von kohlensaurem Gas eingenommen wurde, eilf Gran (583 *milligrammes*). Ich habe diesen Versuch verschiedenemale wiederholt, und gefunden, dass die Pflanzen darinn beständig besser gediehen, als in der atmosphärischen Luft. Die in der letzteren vegetirenden, änderten dieselbe nicht merklich, weder in ihrer Reinheit, noch an ihrem Volumen: diejenigen indess, welche in der künstlichen Mischung lebten, verwandelten fast den ganzen Antheil von kohlensaurem Gas in Sauerstoffgas.

Ich habe einen andern Versuch angestellt, der diesen hier bestätigt, und auf directe Art beweist, dass die Damm- oder Düngererde den Gewächsen zuträglich ist, nicht blos wegen der Nahrungsmittel, die sie daraus mittelst ihrer Wurzeln ziehen können, sondern auch wegen des Einflusses, welchen dieselbe auf die Atmosphäre hat, (ein Einfluss, der, wie man

weiss, grösstentheils in der Bildung von kohlensaurem Gas besteht). Ich habe an dem obern Theile eines Rezipienten, der ohngefähr hundert und funfzig Kubikzoll atmosphärischer Luft hielt, zwey Unzen feuchter Düngererde (Dammerde) aufgehängt, und dann diesen durch Wasser gesperrten Rezipienten über einige zum Theil entwickelte Erbsenpflänzchen gestellt, deren Würzelchen zur Zeit des Versuches in reinem Wasser standen. Nach Verlauf von zehn Tagen nahmen diese Pflänzchen, die nicht im geringsten die aufgehängte Dammerde berührten, um ein Drittheil mehr in ihrem Wachsthume zu, als andere ähnliche Pflanzen, die zu gleicher Zeit unter einem, jenem ähnlichen Rezipienten, in dem sich aber keine Dammerde befand, eingebracht worden waren. Ich muss indessen hierbey bemerken, dass ich in vier und zwanzig Stunden die Luft der Rezipienten zweymal erneuerte; ohne diese Vorsichtsmaassregel würden die Pflanzen, die in Gesellschaft der Dammerde vegetirten, weniger vorwärts gekommen seyn, entweder weil diese zuviel kohlensaures Gas ausgehaucht hätte, oder vielmehr weil sie Dünste und Ansteckungsstoffe erzeugt, die aus einer noch unbekannten Ursache, in einer nicht immer erneuten Luft, der Vegetation einen ganz ausgezeichneten Schaden zufügen.

Resultate im Schatten.

In denen dem Schatten ausgesetzten Behältern war die geringste Quantität von kohlensaurem Gas, zu der gemeinen Luft gemischt, der Vegetation nachtheilig; in einer Atmosphäre die den vierten Theil ihres Volumens kohlensaures Gas enthielt, starben die

Pflanzen den sechsten Tag. Sie erhielten sich zehn Tage lang unter gleicher Aussetzung in einer Atmosphäre, wovon das kohlensaure Gas den zwölften Theil ausmachte, aber ihre Zunahme betrug nicht mehr als drey Gran (159 *milligrammes*), während dieselbe in reiner atmosphärischer Luft fünf Gran (265 *milligrammes*) ausmachte.

Wir erkennen hieraus, dass das der Atmosphäre der Pflanzen in sehr kleinen Proportionen künstlich zugemischte kohlensaure Gas ihrem Wachsthum in der Sonne zuträglich sey, dass es aber diese wohlthätige Wirkung blos äussert, in so fern die Atmosphäre auch freies Sauerstoffgas enthält. Auf diese Weise sterben Pflanzen, die ihre Vegetation in Stickstoffgas unterhalten können, selbst in der Sonne, wenn man diesem Gas jene Quantität Kohlensäure beymischt, die in atmosphärischer Luft ihre Entwickelung begünstigt haben würde.

§. 3.

Die Bereitung des kohlensauren Gases durch die Blätter ist zu ihrer Vegetation in der Sonne nothwendig.

Die Versuche über das Vegetiren der Erbsen in atmosphärischer Luft, wovon ich eben ausführlicher gesprochen, gaben mir die nemlichen Erfolge, wenn ich diese Luft in Kalkwasser wusch, und sie auf solche Weise von dem ganz kleinen Antheile von kohlensaurem Gas befreite, was sie im natürlichen Zustande enthält. Diese Resultate waren aber sehr verschieden, wenn ich in die Atmosphäre der Pflanzen eine Sub-

stanz brachte, die geeignet war, das kohlensaure Gas einzuschlucken, zu dessen Bildung jene beytragen. Ich habe an den obern Theil des die Erbsen bedeckenden Rezipienten zwey bis drey Quentchen (*sieben oder acht Grammen*) mit Wasser gelöschten, und dann plötzlich in der Hitze des kochenden Wassers getrockneten Kalk aufgehängt. Ich stellte die Rezipienten auf Unterschalen, die mit Kalkwasser gefüllt wurden.

Vom zweyten Tage an nahm die Atmosphäre der Pflanzen, die in diesem Apparate der *Sonne* ausgesetzt waren, an Volumen ab. Den dritten Tag fiengen die unteren Blätter an, gelb zu werden; und zwischen dem fünften und sechsten waren die Stengel abgestorben oder gänzlich entblättert. Die alsdann in diesem Zeitpunkte untersuchte Atmosphäre fand sich sehr verdorben, sie enthielt nicht mehr als $\frac{16}{100}$ Sauerstoffgas. Die Erbsen, welche zu gleicher Zeit unter Rezipienten voll gemeiner Luft ohne Kalk gekeimt waren, hatten diese weder an Reinheit noch Volumen geändert, und sie befanden sich frisch und gesund in allen ihren Theilen.

Wir ersehen aus dem Versuche mit dem Kalk, dass Absorption und folglich Erzeugung von kohlensaurem Gas statt gefunden habe; denn die Substanz welche absorbirte, hat weiter keinen Einfluss als auf dieses Gas allein. Wir sehen ausserdem, dass die Gegenwart, oder vielmehr die Bereitung der Kohlensäure zum Vegetiren im Sonnenlichte nothwendig ist *d*).

d) Man könnte vielleicht glauben, dass die Entziehung des Antheiles von atmosphärischem Sauerstoffgas, der durch die Kohlensäure im Kalk zurückgehalten worden, die Ur-

Endlich findet man noch, dass, wenn man die Erzeugung des kohlensauren Gases durch die Pflanzen, die in gemeiner Luft ohne Kalk vegetiren, nicht bemerkt, der Grund darinne liegt, dass sie selbiges in dem Maasse, wie sie es mit dem Sauerstoffgase bilden, wieder zersetzen.

Im Schatten habe ich ein anderes Resultat erhalten; die Pflanzen desjenigen Rezipienten, welcher den Kalk und das Kalkwasser enthielt, sind nicht allein nicht gestorben, sondern sogar besser fortgekommen, als die in einem ähnlichen Rezipienten, in welchem diese Substanzen nicht waren.

Das Mittel der Zunahme an Gewicht von jeder mit Kalk vegetirenden Pflanze betrug sieben Gran (371 *milligrammes*) in einer Zeit von zehn Tagen. Die Luft des Rezipienten enthielt nach dem Versuche $\frac{1}{100}$ kohlensaures Gas. In der gemeinen Luft ohne Kalk hatte aber jede Erbse nur um fünf Gran (212 *milligram-*

sache des Aufhörens der Vegetation gewesen sey; aber entwickelte Erbsen können auch in reinem Stickgase leben. Der Kalk oder die Pottasche üben ihren ganzen tödtenden Einfluss auf die Sumpfgewächse aus, welche sich doch im reinen Stickgase eben so wohl befinden als in der atmosphärischen Luft.

Ich muss bemerken, dass der lebendige Kalk oder die Pottasche keinen merklichen Einfluss auf die Vegetation der saftigen Gewächse haben, weil das sehr dicke Fleisch der letztern, und ihre weniger poröse Oberhaut, wodurch sie sich von den andern Vegetabilien auszeichnen, die Kohlensäure fester zurückhalten, aus dem nemlichen Grunde werden auch die Stengel aller Gewächse bey diesen Versuchen weniger angegriffen, als die Blätter.

mes) zugenommen. Das Kalkwasser zeigte in dieser Atmosphäre $\frac{11}{100}$ kohlensaures Gas.

Man sieht aus diesen Resultaten, dass man von einer gänzlichen Beraubung des kohlensauren Gases noch nicht auf die Folgen, die selbige auf die Vegetation im Schatten hat, schliessen kann, weil in diesem Falle die Erzeugung dieser Säure in zu grossem Maasse vor sich geht, als dass sich der Kalk ihrer gänzlich, in dem Verhältnisse, als sie gebildet wird, bemächtigen könnte; dass aber auch auf der andern Seite eine theilweise Beraubung die Begünstigung der Vegetation zur Folge hat.

Aus dem nemlichen Grunde bewirkt auch der Kalk dass die Blätter derjenigen Gewächse, die in der Sonne in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoffgas vegetiren, nicht abfallen. Man findet in dieser Atmosphäre eine bey weitem überflüssige Menge von kohlensaurem Gas, welches die alkalische Erde nicht Zeit hatte, sogleich als es sich bildete, einzusaugen.

Die vorhergehenden Beobachtungen wurden nur mit Pflanzen angestellt, welche in reinem Wasser keimten, es war daher wichtig sich zu überzeugen, ob man die nemlichen Folgen bey Pflanzen erfahren würde, deren Wurzeln in Dammerde standen. Man konnte indess diese Erde nicht unter den Rezipienten bringen, weil sie eine zu grosse Menge kohlensaures Gas erzeugt, als dass der Kalk, der nur in der Entfernung wirkt, dasselbe vor seiner Ausarbeitung durch das Gewächs hätte wegnehmen können.

Ich brachte in einem Glasballon eine Unze (31 *grammes*) des nemlichen Kalks, dessen ich mich bey

den vorhergehenden Versuchen bedient hatte. Ich feuchtete ihn etwas weniger an, um allen Verdacht über seine troknende Eigenschaft zu beseitigen. Ich brachte darauf in diese Kugel, welche ohngefähr 200 Kubikzoll (4 *litres*) fasste, einen holzigen Zweig *e*) mit Blättern versehen, dessen Wurzeln sich in Pflanzenerde befanden. Er wurde der Sonne ausgesetzt; und ich trug Sorge, dass die Blätter weder den Kalk noch die Wände der Glaskugel berührten, deren Hals übrigens genau an dem Zweige verkittet war. Ich brachte einen ähnlichen Apparat an einen Zweig gleich neben dem vorigen an, wo sich aber kein Kalk im Ballon befand. Dieser Zweig hat sein frisches Ansehen länger als zwey Monate erhalten, was jedoch nicht der Fall bey dem war, der über Kalk vegetirte; die Blätter dieses letzteren erhielten sich zwölf Tage lang; nach dieser Zeit fiengen sie an zu vertrocknen, und nach Verlauf von drey Wochen waren sie alle abgefallen. Der Zweig selbst war nicht todt; er trieb in dem Ballon, dessen Kitt nicht losgelöst worden war, nach einem Monate wieder neue Blätter. In diesem Zeitpunkte hatte aber der Kalk keine Wirkung mehr auf die umgebende Luft, seine Oberfläche war mit kohlensaurem Gase gesättigt. Ich habe ihn herausgenommen und gefunden, dass er mit Säure aufbrauste.

Diese neuen Produktionen beweisen, dass das Absterben der Blätter nicht der Beraubung von Sauerstoff-

e) Die Pflanzen, mit welchen ich diese Versuche anstellte, waren Geisblatt (Lonicera Caprifolium) Pflaumen (Prunus domestica) Rainweide (Ligustrum vulgare) und Pfirschenbaum (Amygdalus persica).

gas schuld gegeben werden darf, da dieses vielleicht durch das kohlensaure Gas im Kalk zurückgehalten seyn konnte, sondern blos der Abwesenheit dieser letztern Säure. Wenn bey den gegenwärtigen Versuchen der Erfolg langsamer von statten gieng, als bey den obigen, so kam diess zum Theil daher, weil die Pflanzen, die mit dem Boden in Verbindung standen, nicht gänzlich der Einwirkung des kohlensauren Gases beraubt waren, (da sie dessen immer etwas durch die Wurzeln und die Pflanzenerde erhielten), sondern blos der äusseren Einwirkung dieses Gases auf die Blätter.

§. 4.

Von der Zerlegung des kohlensauren Gases durch die grünen Theile der Vegetabilien.

Priestley hat zuerst eingesehen, dass die Blätter die Eigenschaft besitzen, eine durch die Verbrennung oder durch das Athmen verdorbene Luft zu verbessern: er ist aber nicht bis zu den Ursachen dieser Erscheinung herunter gestiegen. Senebier hat entdekt, dass die Blätter das kohlensaure Gas zerlegen, indem sie sich seinen Kohlenstoff aneignen, und den Sauerstoff ausstossen. Er hat beobachtet, dass die frischen, der Sonne ausgesetzten Blätter in Quellwasser, oder solchem, welches leicht mit kohlensauren Gas geschwängert war, so lange Sauerstoffgas erzeugten, als noch Kohlensäure in dem Wasser vorhanden ist. Er sahe, dass wenn dieses Gas erschöpft war, und man die Blätter in destillirtes Wasser brachte, sie

keine grössere Menge Luft hervorbrachten, als sich etwa zwischen ihrer eigenen Substanz befunden haben mochte.

Man hat aber noch nicht die Folgen der Zersetzung des kohlensauren Gases analysirt, man hat noch nicht gesehen, ob die Quantität des ausgehauchten Sauerstoffgases grösser oder geringer, oder der Quantität gleich gewesen, welche in die Zusammensetzung des kohlensauren Gases hineingeht. Die folgenden Versuche sind zur Lösung dieser Fragen bestimmt. Ich werde aus dieser Rücksicht in lange und kleinlich scheinende Details gehen; ohne dieselben würden jedoch die Resultate nichts darthun können.

Erster Versuch.

Mit dem Sinngrün, (Vinca minor L.)

Ich habe aus kohlensaurem Gas und gemeiner Luft, wovon das Phosphoreudiometer $\frac{21}{100}$ Sauerstoffgas anzeigte, eine künstliche Atmosphäre zusammengemischt, die etwa 287 Kubikzoll (5,746 *litres* oder 290 *centimetres cubes* *)) einnahm. Das Kalkwasser zeigte darinn $7\frac{1}{2}$ Hunderttheil kohlensaures Gas an.

Diese Luftmischung war in einem Rezipienten eingeschlossen, der durch angefeuchtetes Quecksilber, d. h. solches, worüber man eine sehr kleine Schicht Wasser gebracht hatte, um die Berührung dieses Metalles mit der die Pflanzen umgebenden Luft zu verhindern; denn es hat sich bey mir völlig be

*) *Diese Centimètres sind eine unrichtige Angabe, man halte sich an die Litres.* *A. d. Ueb.*

stätigt, was die holländischen Chemisten angegeben haben, dass diese Berührung bey lange fortgesetzten Versuchen der Vegetation nachtheilig sey.

Ich habe unter diesen Rezipienten sieben dergleichen Sinngrünpflanzen gebracht; jede von ihnen hatte eine Länge von acht Zoll (2 *décimètres*). Sie nahmen zusammen einen halben Kubikzoll (10 *centimètres cubes*) Raum ein: ihre Wurzeln giengen in ein abgesondertes Gefäss, welches dreyviertel Kubikzoll (15 *centimètres cubes*) Wasser enthielt; die Quantität dieses Wassers war bey weitem nicht hinreichend, um eine merkliche Menge kohlensaures Gas einzusaugen, am wenigsten in der Temperatur dieses Ortes, die nie unter + 17 Grad Reaumür war.

Der Apparat wurde sechs Tage hintereinander von fünf Uhr des Morgens bis eilf den unmittelbaren Sonnenstrahlen ausgesetzt, welche man blos zu schwächen suchte, wenn sie zu viel Stärke äusserten. Den siebenten Tag zog ich die Pflanzen zurück, welche bis dahin nicht die geringste Veränderung erlitten hatten. Ihre Atmosphäre hatte sich nach allen beobachteten Correktionen nicht am Volumen geändert, wenigstens, so weit man diess bey einem Rezipienten von fünf Zoll (1,3 *décimètres*) Durchmesser, wo ein Unterschied von einen Kubikzoll fast nicht geschätzt werden kann, zu beurtheilen vermag; der Irrthum kann aber nicht weiter gegangen seyn. Im Kalkwasser bemerkte man kein kohlensaures Gas mehr. Das Endiometer zeigte einen Gehalt von $24\frac{1}{2}$ Hunderttheil Sauerstoffgas an. Ich stellte einen ähnlichen Apparat mit reiner atmosphärischer Luft, und derselben

Anzahl von Pflanzen unter gleicher Aussetzung auf. Diese Luft änderte sich weder an Reinheit noch an Volumen.

Es ergiebt sich aus den hier angezeigten eudiometrischen Beobachtungen, dass die Mischung von gemeiner Luft und kohlensaurem Gas vor dem Versuche enthielt:

211,92	Kubikzoll	(4199	*centimètres*	*cubes*)	Stikgas.
56,33	—	(1116	—	—)	Sauerstoffgas.
21,75	—	(431	—	—)	kohlensaures Gas.
290	—	(5746	—	—)	

Dieselbe Luft enthielt nach dem Versuche:

218,95	Kubikzoll	(4338	*centimètres*	*cubes*)	Stikgas.
71,05	—	(1408	—	—)	Sauerstoffgas.
0	—	(0	—	—)	kohlensaures Gas.
290	—	(5746	—	—)	

Die Sinngrünpflanzen haben daher 21¾ Kubikzoll (431 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas verarbeitet, oder zum Verschwinden gebracht. Hätten sie alles Sauerstoffgas ausgehaucht, so würden sie ein eben so grosses Volumen davon, als Kohlensäure verschwunden ist, hervorgebracht haben; sie haben aber nur 14¾ Kubikzoll (292 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas entbunden; es sind daher sieben Kubikzoll (139 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas in der Zerlegung des kohlensauren Gases assimilirt worden, und sie haben sieben Kubikzoll (139 *centimètres cubes*) Stikgas erzeugt.

Ein vergleichender Versuch hat mir bewiesen, dass die sieben Sinngrünpflanzen, welche ich angewandt hatte, trocken, vor der Zersetzung des kohlensauren Gases ein und funfzig Gran (2,707 *grammes*)

wogen, und dass sie durch die Verkohlung mit Feuer in einem verschlossenen Gefässe, 9,95 Gran (528 *milligrammes*) Kohle lieferten. Diejenigen Pflanzen, welche das kohlensaure Gas zerlegt hatten, wurden getrocknet und auf die nemliche Weise verkohlt, wo sie dann 12,23 Gran (649 *milligrammes*) Kohle gaben. Die Zersetzung der Kohlensäure hat daher einen Zuschuss von 2,28 Gran (120 *milligrammes*) Kohle veranlasst.

Ich habe auf gleiche Weise diejenigen Sinngrünpflanzen, welche in der atmosphärischen Luft ohne Kohlensäure vegetirt hatten, verkohlt, und gefunden, dass das Verhältniss ihres Kohlenstoffs während dem Aufenthalt unter dem Rezipienten vielmehr vermindert, statt vermehrt worden war.

Zweiter Versuch.

Mit der Wassermünze, (Mentha aquatica L.)

Die Mischung von gemeiner und kohlensaurer Luft, welche den zwey Münzenpflanzen zur Atmosphäre dienen sollte, deren jede eine Höhe von 13 Kubikzoll (3½ *decimètres*) hatte, und die zusammen ½ Kubikzoll (10 *centimètres cubes*) einnahmen, betrug 328 Kubikzoll (6,5 *litres*). Das Kalkwasser zeigte darinn 7¼ Hunderttheile kohlensaures Gas an. Vor dem Hinzuthun des letztern enthielt die gemeine Luft ein und zwanzig Hunderttheile Sauerstoffgas. Die Anordnung des Apparats war die nemliche, wie beym vorigen Versuch.

Nach Verlauf von zehn Tagen hatten sich die Pflanzen um vier Kubikzoll (1 *decimètre*) verlän-

gert, und lange Wurzeln getrieben, das Volumen ihrer Atmosphäre war aber nicht geändert. Das Kalkwasser *zeigte* zu dieser Zeit in der künstlichen Mischung nicht *mehr* als drittehalb Hunderttheile kohlensaures Gas an. Nach Abzug dieses letztern enthielt selbige Atmosphäre $23\frac{1}{2}$ Hunderttheile Sauerstoffgas.

Die gemeine unvermischte Luft, in der zwey Münzpflanzen zur nemlichen Zeit vegetirten, hatte nicht die geringste Veränderung erlitten, weder an Reinheit, noch an Volumen.

Diese Pflanzen haben daher im ersten Versuche 15,6 Kubikzoll (309 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas verschwinden gemacht; sie haben dafür 11,26 Kubikzoll (224 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas ausgehaucht; 4,34 Kubikzoll (86 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas aber zurückgehalten, indem sie kohlensaures Gas bereiteten, und haben das absorbirte Sauerstoffgas durch eine ohngefähr gleiche Menge Stikgas ersetzt.

Ich habe durch die Verkohlung gefunden, dass die Pflanzen ihren Kohlengehalt bey diesem Versuche vermehrt hatten, und dass sich dieser Zuwachs bey denjenigen nicht fand, welche unter einem Rezipienten voll reiner atmosphärischer Luft vegetirt hatten.

Dritter Versuch.

Mit dem rothen Weiderich, (Lythrum salicaria L.)

Die zu diesem Versuche gehörige Mischung von atmosphärischer und kohlensaurer Luft begriff 75 Kubikzoll (1,486 *litres*) in sich: das Kalkwasser zeigte darinn $\frac{10}{100}$ kohlensaures Gas an; vor der Beymischung

dieses letzteren enthielt die gemeine Luft $\frac{21}{100}$ Sauerstoffgas. Der Weiderich nahm einen Raum von $\frac{1}{7}$ Kubikzoll (2,8 *centimètres cubes*) weg. Die Vorrichtung blieb dieselbe, wie sie in dem eben beschriebenen Versuchen gewesen war. Der Behälter, dessen ich mich hierzu bedienen konnte, hatte einen Durchmesser von 3,5 Zoll (9 *centimètres*) und ich habe mich um nicht mehr als höchstens $\frac{1}{4}$ Kubikzoll bey der Schätzung dieses Volumens irren können. Am Ende der sieben Tage, welche zu diesem Versuche bestimmt worden waren, hatte der Weiderich kein einziges Blatt gelb werden lassen. Die Atmosphäre hatte sich um einen halben Kubikzoll (10 *centimètres cubes*) vermindert. Sie enthielt alsdann kein kohlensaures Gas mehr, und das Eudiometer zeigte $27\frac{1}{4}$ Hunderttheile Sauerstoffgas an.

Ein anderer Weiderich-Stengel, welcher eben so lange unter gleichen Umständen in reiner atmosphärischer Luft geblieben war, hatte diese weder an Reinheit noch Menge geändert.

Nach den obigen eudiometrischen Resultaten hatte die Pflanze in der künstlichen Mischung $7\frac{1}{2}$ Kubikzoll (149 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas zum Verschwinden gebracht, und davon 6,13 Kubikzoll (121 *centimètres cubes*) als Sauerstoffgas ausgeduftet; sie hat sich 1,37 Kubikzoll (27 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas im kohlensauren Gas angeeignet, und 1,1 Kubikzoll (21 *centimètres cubes*) Stikgas hervorgebracht.

Vierter Versuch.

Mit der genuesischen Fichte, (Pinus genevensis.)

Die Mischung von gemeiner Luft und kohlensaurem Gas betrug 280 Kubikzoll (5,549 *litres*). Das Kalkwasser zeigte darin sieben Hunderttheile kohlensaures Gas an. Ich liess darin achtzehn Tage lang eine junge Kiefer von neun Kubikzoll (2,4 *decimètres*) Höhe, die einen halben Kubikzoll (10 *centimètres*) Luft verdrängte. Nach Verlauf dieser Zeit hatte sich die Atmosphäre um zwey Kubikzoll (39 *centimètres cubes*) verringert, so weit als ich dieses in einem Rezipienten von sechs Kubikzoll (1,6 *decimètres*) Durchmesser berechnen konnte.

Die Eudiometer gaben anderthalb Hunderttheile kohlensaures Gas an: nach Abzug des letztern 24½ Hunderttheil Sauerstoffgas.

Eine andre Kiefer, die eine eben so lange Zeit unter einem Rezipienten mit atmosphärischer Luft gefüllt vegetirt hatte, brachte darin keine merkbare Aenderung hervor.

Die Pflanze verschlukte in dieser Mischung von künstlicher Atmosphäre 15½ Kubikzoll (306 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas; sie entwickelte daraus 12½ Kubikzoll (246 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas. Sie behielt drey Kubikzoll (60 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas von der Zerlegung des kohlensauren Gases bey sich, und brachte endlich einen Kubikzoll (20 *centimètres cubes*) Stikgas hervor.

Fünfter Versuch.

Mit der Opuntie. (*Cactus Opuntia.*)

Die Mischung von gemeiner Luft und kohlensaurem Gas nahm 155 Kubikzoll (3,012 *litres*) ein, und das Kalkwasser zeigte darin $\frac{10}{100}$ kohlensaures Gas an; sie blieb acht Tage lang unter dem Rezipienten, und war der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstralen in aller ihrer Heftigkeit ausgesetzt. Ich hatte selbige bey den andern Pflanzen gemässigt, da diese ohne solche Vorsicht gelitten haben würden; hier war diese Gefahr aber nicht zu befürchten, und ohne eine starke Lichteinwirkung würde der Entmischungsprozess des kohlensauren Gases zu langsam von statten gegangen seyn.

Als ich die Pflanze zurükzog, war das Volumen ihrer Atmosphäre nicht merkbar geändert: das Eudiometer zeigte $\frac{4}{100}$ kohlensaures Gas an. Nach Abzug des letztern $\frac{24}{100}$ Sauerstoffgas. Ein dem vorigen ähnlicher Cactus, welcher in eben so langer Zeit unter gleichem Volumen reiner atmosphärischer Luft vegetirt hatte, die $\frac{21}{100}$ Sauerstoffgas enthielt, brachte in derselben nicht die kleinste wahrnehmbare Veränderung hervor.

Die Pflanze brachte daher in der künstlichen Mischung 9,3 Kubikzoll (184 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas zum Verschwinden. Sie hat davon 6,4 Kubikzoll (126 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas ausgehaucht. Sie hat sich selbst 2,9 Kubikzoll (57 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas bey der Zersetzung des kohlensauren angeeignet, und das absorbirte Sauerstoffgas durch eine fast eben so grosse Menge Stikgas ersetzt.

Es geht aus allen diesen Versuchen hervor, dass die Pflanzen, während sie die Kohlensäure zersetzen, sich einen Theil des Sauerstoffgases aneignen, das darinne enthalten ist.

§. 5.

Die Pflanzen, mit reinem Wasser in freier Luft genährt, schöpfen den Kohlenstoff aus der kleinen Quantität von kohlensaurem Gas, die von Natur in unsrer Atmosphäre existirt.

Die vorstehenden Beobachtungen beweisen, dass die Pflanzen in verschlossenen Gefässen das kohlensaure Gas zerlegen, wenn sich dasselbe in weit grösserer Portion mit der atmosphärischen Luft gemischt befindet, als diese von Natur enthält.

Es wird jetzt zweckmässig seyn, zu untersuchen, ob die Gewächse diese Zersetzung auch in freier Luft vornehmen, welche gewöhnlich nicht mehr als $\frac{1}{500}$ ihres Volumens kohlensaures Gas enthält. Der Bürger Hassenfratz hat in einer Abhandlung über die Ernährung der Vegetabilien (*Annales de Chimie, vol. XIII.*) den Satz aufzustellen gesucht, dass diejenigen Pflanzen, welche in reinem Wasser und in freier Luft wachsen, ihr Volumen nicht anders als durch den alleinigen Beitritt von Wasser vermehren, und dass sie nach ihrer Entwickelung eine absolute Menge von Kohlenstoff enthalten, die geringer ist, als die, welche sich in ihrem Saamen befand. Ich habe in diesen Bezug viele Versuche angestellt, welche mir alle gerade denen des Verfassers entgegengesetzte Resultate lieferten. Hier zwey Beyspiele davon.

Erster Versuch.

Ich liess die Wurzeln verschiedener Pfeffermünzpflanzen (Mentha piperita) in Flaschen voll destillirten Wassers hineinsenken, und diese Gewächse in der Sonne auf einem vor dem Fenster befindlichen, aber vor Regen geschützten Blumenbrete grünen. Nachdem ich einige dieser Pflanzen zu selbiger Zeit und am nemlichen Orte herausgezogen, und getroknet, habe ich mich überzeugt *f*), dass hundert Theile an Gewicht von diesen, die ich in destillirtem Wasser hatte vegetiren lassen, 40,29 Theile trokner vegetabilischer Materie enthielten, und dass man durch das Verkohlen *g*) daraus 10,96 Theile Kohle erhielt.

Die hundert Theile Münze haben nach einer anderthalbmonatlichen Vegetation in freier Luft, grün, 216 Theile gewogen; bis jetzt lehrt diese Vermehrung aber noch nichts, da sie auch der Zugabe an Vegetationswasser, welches bey den Pflanzen immer zunimmt, wenn sie aus einem etwas trokneren Ort in einen feuchtern verpflanzt werden, beygeschrieben werden kann. Diese 216 Theile haben sich bey einem Troknen in der Temperatur der Atmosphäre bis auf ein Gewicht = 62 Theile, reduzirt. Die Pflanzen hatten daher, durch den Beytritt des Wassers und der Luft

f) Das absolute Gewicht der Pflanzen, die im destillirten Wasser vegetirt haben, war drey Quentchen (7,6 *Grammes*).

g) Man sehe wegen des bey diesem Versuche angewandten Verfahrens die zu Ende des fünften Capitels beygefügte Note.

ihre trokne vegetabilische Substanz um 21,71 Theile vermehrt. Diese 62 Theile gaben durch die Verkohlung 15,78 Theile Kohle, oder 4,82 Theile mehr, als sie vor ihrer Vegetation im destillirten Wasser gegeben haben würden. Als ich unter ähnlichen Umständen die nemlichen Pflanzen in einem schwach erhellten Orte vegetiren liess, fand ich, dass sie einen kleinen Theil ihres Kohlenstoffs verloren hatten. Die Abwesenheit des Lichts ist vielleicht die Ursache der Resultate, die Herr Hassenfratz erhielt.

Zweiter Versuch.

Ich that vier Stück Bufbohnen, welche zusammen 120 Gran (6,368 *grammes*) wogen, zwischen Kieselsteine, die sich in Glaskapseln befanden. Ich benetzte sie mit destillirtem Wasser. Nach Verlauf von einer dreymonatlichen Vegetation, unter freien Himmel im Sonnenscheine, wogen diese Bohnenpflanzen grün, unmittelbar nach ihrer Blüthezeit 1642 Gran (87,149 *grammes*); diese zogen sich durch Vertroknen auf 202 Gran (10,721 *grammes*) zurük; sie hatten daher die Quantität ihrer troknen vegetabilischen Materie beinahe verdoppelt. Diese Pflanzen gaben durch die Verkohlung in einem verschlossenen Gefässe ein und funfzig Gran (2,703 *grammes*) Kohle; oder, vier Stück Bufbohnen von der nemlichen Schwere als die, welche ich zur Untersuchung gebraucht hatte, gaben 22¾ Gran (1,209 *grammes*) Kohle. Diese Bohnen hatten daher mehr wie das doppelte an Kohlenstoff zugenommen, als in ihrem ursprünglichen Körper vorhanden war, der sich mit Hülfe des Wassers in freier Luft entfaltete, und man kann nicht zweifeln, dass

sie dieses durch die Zerlegung des kohlensauren Gases, welches sie in der Atmosphäre gefunden, bewerkstelligt haben, denn wir sahen im vorhergehenden Paragraphen, dass diejenigen Pflanzen, welche unter Rezipienten voll reiner, nicht erneuerter atmosphärischer Luft wachsen, ihr Volumen nicht vermehren.

Weitere Bemerkungen über die Zerlegung der Kohlensäure durch die Vegetabilien.

Ingenhouss *h*) hat beobachtet, dass die grünen Pflanzen, denen er in der Dunkelheit eine künstliche Wärme mittheilte, die scheinbar derjenigen gleich kam, welche andere Pflanzen im Sonnenscheine erhielten, eine unreine Luft lieferten, während dass diejenigen, welche der Sonne ausgesetzt waren, das Gegentheil kervorbrachten. Er hat daraus geschlossen, dass die Hervorbringung des Sauerstoffgases in diesem letzteren Falle dem Licht allein, für sich betrachtet, beigemessen werden müsse, und keinesweges dem Wärmestoffe, der es begleitet. Dieser Schluss kann aber voreilig seyn, weil die Wärme, die das Licht begleitet, und die dunkle Wärme, bey diesen Versuchen auf eine sehr verschiedene Weise wirken.

Die Licht - Wärme erhitzt das Gewächs nur, weil dieses dicht und undurchsichtig ist; sie erhitzt fast gar nicht das Medium, welches die Pflanze umgiebt, weil letzteres durchsichtig ist; dieses raubt derselben einen Theil ihres Wärmestoffs, den ihr die

h) Exp. s. l. végétaux vol. I. p. 56. und vol. II. p. 167.

Sonne mitgetheilt hat, und mässigt dadurch eine Einwirkung, die, rein betrachtet, jene würde zerstört haben können.

Die dunkle Wärme erhitzt in gleichem Grade das durchsichtige Fluidum und die Pflanze; diese leidet darunter, weil sie durch das sie umgebende Medium nicht wieder von der Wärme befreit werden kann, die ihr mitgetheilt worden ist.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Pflanzen in der atmosphärischen Luft, ohne Dazwischenkunft des Lichts einen Theil des kohlensauren Gases entmischen, welches sie erst selbst mit dem sie umgebenden Sauerstoffgas gebildet haben. Doch kann diess durchaus nicht geradehin bewiesen werden. Ich habe Sumpfgewächse, wie z. B. Polygonum Persicaria und Lythrum Salicaria bey einem schwachen und zerstreuten Lichte, und in einer Atmosphäre voll Stikstoffgas, Sauerstofflnft verbreiten sehen: sie haben diess niemals in der vollkommenen Dunkelheit gethan. Man kann unterdessen vermuthen, dass die Pflanzen hier kohlensaures Gas zerlegen, und diess nach folgenden Beobachtungen: Ich habe in der tiefsten Finsterniss unter zwey gleichen Rezipienten voll atmosphärischer Luft, Erbsen- Weiderich- und Alandpflanzen zum Vegetiren gebracht. Ich habe alle Tage diese Pflanzen durch andere ersetzt, damit sie nicht leiden möchten. Diese Versuche wurden auch doppelt angestellt. Einer der Rezipienten enthielt lebendigen Kalk oder Pottasche, der andere war davon befreyt. Nach Verfluss von vier oder fünf Tagen waren beyde Atmosphären schlechter geworden; aber ich fand be-

stimmt, dass die mit Kalk oder Pottasche versehenen Rezipienten weniger Sauerstoffgas enthielten, als die, worin kein Kali war, und man sieht leicht ein, dass diess daher entsteht, weil diese Pflanzen weniger kohlensaures Gas zur Zerlegung in den Rezipienten, worin kein Kalk oder Pottasche vorhanden war, gefunden haben.

Ein anderer Erfolg scheint ebenfalls die Zerlegung des kohlensauren Gases in der Dunkelheit anzuzeigen, nemlich die schwach grünliche Fårbung, welche die aufgeschossenen Blätter annehmen, die sich hier entwickeln. Diese Farbe ist nach Herrn SENEBIER ein Resultat der Zerlegung des kohlensauren Gases, da aber diese Anzeigen sehr schwach und unbestimmt sind, so werden wir in der Folge überhaupt nicht annehmen, dass die Zerlegung des kohlensauren Gases anders als im Lichte statt finden könne.

Herr SENEBIER hat erkannt, dass die Theile, welche keine grüne Farbe besitzen, wie das Holz, die Wurzeln, der grösste Theil der Blumenblätter, die weissen Streifen der Blätter und diejenigen Blätter, welche im Herbste durch die Veränderung ihrer Säfte gänzlich roth oder gelb geworden sind, kein Sauerstoffgas aushauchen. Man muss indess hieraus nicht folgern wollen, dass die grüne Farbe ein wesentlicher Charakter derjenigen Theile sey, welche kohlensaures Gas zersetzen, so wie sie auch nicht ein nothwendiges Resultat dieser Zerlegung ist. Denn die Veränderlichkeit der *Gartenmelde* (Atriplex hortensis), wo alle grünen Theile durch rothe oder dunkel purpurfarbige ersetzt werden, gaben mir unter Quellwasser,

in einem Zeitraum von fünf bis sechs Stunden, sieben oder achtmal ihr Volumen an Sauerstoffgas, welches nur 0,15 seines Volumens Stikgas enthielt. Die Abart dieses Gewächses, welches grüne Blätter trägt, hat mir kein Sauerstoffgas gegeben, welches reiner und in grösserer Menge vorhanden gewesen wäre.

Alle Arten Blätter besitzen nicht in gleichem Grade die Eigenschaft das kohlensaure Gas zu zersetzen. Der *rothe Weiderich* (Lythrum Salicaria) hat bey verschiedenen Versuchen in einem Tage sieben bis achtmal seines Volumens davon zerlegen können. Die Opuntie und andere saftige Gewächse waren nur im Stande, den fünften oder zehnten Theil dieser Quantität zu zerlegen. Ohne hier alle Ursachen dieser Verschiedenheiten anzeigen zu wollen, bemerke ich blos, dass die grünen Theile das kohlensaure Gas nur im Verhältniss ihrer Oberfläche zerlegen, aber fast gar nicht im Verhältniss ihres Volumens. Die sehr dünnen Blättchen, die zerschlitzten, die fast nichts als Fäden darstellen, sind diejenigen, welche unter gleichen Umständen das meiste kohlensaure Gas zersetzen. Die fleischigen Gewächse, die Stengel, die Früchte, welche wenig Oberfläche darbieten, zerlegen davon unter gleichen Volumem weit weniger.

Die Blätter lassen beständig Stikgas entweichen, wenn sie Sauerstoffgas aushauchen; sie erzeugen das erstere nicht eher in merklicher Menge, als wenn sie sich unter dem Einfluss des Lichtes befinden, und fast in dem Verhältniss, wie die Kohlensäure die sie

entmischen. Diejenigen Blätter, welche eine feuchte Atmosphäre am längsten aushalten können, ohne zu leiden, bringen das reinste Sauerstoffgas zum Vorschein; die Sumpfpflanzen gehören unter diese Rubrik. Man erwähle zu diesen widernatürlichen Versuchen ein Gewächs, was man für eins wolle, das zu Anfang des Versuches ausgehauchte Sauerstoffgas wird jederzeit weniger verdorben seyn, als das, welches gegen das Ende desselben erscheint. Diese Beobachtungen beweisen, dass das Stikgas aus der Substanz der Pflanze selbst hervorkommt. Ich würde geneigt seyn, zu glauben, dass dieses Gas, welches zu dem reinen Sauerstoffgas Verwandschaft zeigt, durch das Sauerstoffgas in das innere des Blattes in einer um so grösseren Menge geführt werde, als die Vegetation matter wird. Man begreift, warum die Blätter in einer atmosphärischen Luft, der man kein kohlensaures Gas beigemischt hat, weit weniger Stikgas entwickeln, weil sie alsdann viel weniger mit dem reinen Sauerstoffgas in Berührung stehen; dasjenige, welches die atmosphärische Luft enthält, ist mit Stikstoffgas gesättigt, das sich von Natur darinne findet.

Kürzliche Wiederholung.

Das, in gewissen Verhältnissen der atmosphärischen Luft zugemischte kohlensaure Gas begünstigt die Vegetation, aber blos in soweit sie die Zerlegung dieser Luftsäure bewirken kann. Es schadet dem Keimen in dem nemlichen Verhältnisse, wie es den entwickelten Pflanzen nützt; es begünstigt im Sonnenlichte die Vegetation der letztern; es wird ihnen schädlich in der Dunkelheit.

Die Gegenwart oder vielmehr die Ausarbeitung des kohlensauren Gases ist der Vegetation der grünen Theile in der Sonne unentbehrlich; sie sterben ab, wenn man ihnen bey dieser Ausstellung das kohlensaure Gas wegnimmt, welches sie mit dem umgebenden Sauerstoffgas bilden.

Die grünen Pflanzen, welche mit Hülfe von destillirtem Wasser in der freien Atmosphäre wachsen, erlangen dadurch eine grosse Menge Kohlenstoff.

Die Pflanzen assimiliren sich, indem sie das kohlensaure Gas zersetzen, einen Theil des Sauerstoffs, der in diesem kohlensauren Gase enthalten war.

Drittes Capitel.

Von dem Einflusse des Sauerstoffgases auf die entwickelten Pflanzen.

§. 1.

Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas bey seiner Berührung mit den Blättern erleidet.

Wenn ich im sechsten Capitel von der Vegetation der grünen Pflanzen in den Umgebungen, die man vorher mit Fleiss von Sauerstoffgas befreit hat, sprechen werde; so werde ich zeigen, dass sie sich darin nur darum entwickeln, weil sie dieses Gas darinn verbreiten und aushauchen. Die chemischen Resultate seiner Einwirkung auf die grünen krautartigen Theile, machen für jetzt den Gegenstand meiner Untersuchungen aus.

Gesunde, nach einem heiteren Sommertage gepflükte Blätter, welche man eine einzige Nacht lang unter einen Rezipienten voll atmosphärischer Luft gebracht hat, bewirken, dass das sie umgebende Sauerstoffgas verschiedene Veränderungen, nach der Natur des Vegetabils, erleidet.

1. Die Blätter des Eichbaums (**Quercus Robur**) des Rosskastanienbaums (**Aesculus Hippocastanum**), des unächten Akazienbaums, des **Sedum reflexum**, und des grössten Theiles aller Gewächse,

vermindern das Volumen ihrer Atmosphäre. Ihr Sauerstoffgas verschwindet, und es bildet sich ein Theil freier Kohlensäure, welche an Volumen geringer ist, als das während dem Versuche verbrauchte Sauerstoffgas.

2. Die Blätter oder die grünen Theile des Cactus Opuntia, der Crassula Cotyledon, des Sempervivum tectorum, der Agave americana, der Stapelia variegata vermindern, indem sie Sauerstoffgas einsaugen, das Volumen ihrer Atmosphäre, ohne jedoch merklich kohlensaures Gas zu bilden. Man kann in diesem Falle so wie im vorigen beim ersten Anblik annehmen, dass diese Verminderung des Volumens der Atmosphäre, der Assimilition des Sauerstoffgases zum Gewächse beyzumessen sey.

Um beständig eine Verdichtung der Luft, welche Blätter im Dunkeln umgiebt, wahrnehmen zu können, ist es nöthig, dass diese völlig gesund seyen, und dass sie einen Raum, ohngefähr zwischen den siebenten und zwanzigsten Theil des Volumens der Luft, worin sie sich eingeschlossen befinden, einnehmen; erfüllen sie einen kleineren Raum, so möchten die Wirkungen oftmals nicht bemerkt werden können; wären sie indess in zu grosser Menge daselbst, so würden sie sich in einem Medium befinden, dem zu viel Sauerstoffgas fehlt, als dass sie nicht dadurch leiden sollten. Es ist überdiess nöthig, dass sie unmittelbar, nachdem sie nach Sonnenuntergang gepflükt worden, sogleich zum Versuche eingebracht werden, und dass sie nicht länger als zwölf Stunden unter dem Rezipienten bleiben: da bey allen diesen Versuchen meine Pflanzen nicht welk geworden sind,

so kann ich nicht glauben, dass ihre Veränderung auf meine Resultate eingewirkt habe. Ich darf diess, zumal in den Fällen, nicht annehmen, wo sich gar kein kohlensaures Gas gebildet hat, denn alle welkende Blätter erzeugen dessen eine gewisse Quantität.

Man kann die Frage aufwerfen, ob sich das Sauerstoffgas, welches die gesunden Blätter zur Nachtzeit absorbiren, ihnen in der That beymische, um ihre vegetabilische Substanz, in troknem Zustande betrachtet, zu vermehren; denn man wird sehen, dass, wenn diejenigen Blätter, die von demselben eingesaugt haben, der Sonne ausgesetzt werden, sie eine ohngefähr gleiche Menge davon wieder herstellen. Man wird finden, dass, wenn ihre Vegetationskraft noch so stark ist, dass sie mehrere Tage hintereinander unter demselben Rezipienten gesund bleiben können, sie dann ihre Atmosphäre während jeder Nacht vermindern, und sie fast in gleichem Verhältnisse alle Tage wieder vermehren.

Ich gebe diesen abwechselnden Thätigkeiten den Namen von Ausathmung und Einathmung: diese Ausdrücke sind vielleicht uneigentlich gebraucht, weil sie in den Organen der Pflanze ein Zusammenziehen und eine Ausdehnung anzeigen würden, die bisher noch nicht hat bewiesen werden können. Ich nehme diese Benennungen aber nur an, weil die gasartige Eintränkung und Austreibung der Vegetabilien in der That am Ende Resultate liefert, die unter gewissen Verhältnissen, denen des Athmens bey den Thieren ähnlich, obgleich die Erscheinungen und Mittel sehr verschieden sind. Untersucht man die Thiere und Pflanzen anatomisch, so verirrt man sich in ihrer Ver-

gleichung; betrachtet man jedoch blos ihre grossen physiologischen Züge, wie die der Ernährung, der Abscheidungen, der Reproduktion, den Einfluss des Sauerstoffgases oder des Athmens auf ihr Daseyn, ohne auf die Hülfsmittel Rüksicht zu nehmen, wodurch diese Funktionen ausgeübt werden, so wird man genöthigt, zwischen diesen Wesen eine auffallende Aehnlichkeit zu erblicken.

Bey den Gegenständen, welche keines strengen Beweises fähig sind, ist die genaue Auseinandersetzung der Beobachtungen lehrreicher als allgemeine Schlüsse, welche oftmals des Beobachters Art zu sehen, untergeordnet sind. Ich werde deswegen meine Versuche über den Cactus Opuntia ausführlich darlegen. Ihre Resultate können mit wenigen Abänderungen, die jeder leicht begreift, auf die Blätter anderer Pflanzen angewandt werden, ja selbst auf alle grünen krautartigen Theile desselben. Diese letztern haben aber nicht alle eine eben so grosse Vegetationskraft als dass sie die nemlichen Untersuchungen aushalten könnten.

§. 2.

A. *Einathmen des Cactus Opuntia.*

Ich habe nach Sonnenuntergang Aeste oder Blätter des Cactus, welche sechs Kubikzoll (119 *centimètres cubes*) einnahmen, in einem Rezipienten aufgehängt, welcher acht und vierzig Kubikzoll (951 *centimètres cubes*) atmosphärischer, von ihrem kohlensauren Gase befreiter Luft enthielt. Es befand sich kein Wasser

in dem Gefässe a), es war durch Quecksilber verschlossen.

Am andern Tage, beym Aufgang der Sonne fand ich nach den verhältnissmässigen Correktionen in Bezug auf die Veränderung der Atmosphäre und des Druckes, dass die Atmosphäre der Pflanze um vier Kubikzoll (79 *centimètres cubes*) vermindert worden war; ich untersuchte hierauf diese Luft, und fand, dass sie nur vierzehn Hunderttheile Sauerstoffgas enthielt, da sie vor der Einbringung des Cactus $\frac{21}{100}$ des nemlichen Gases enthalten hatte; das Kalkwasser zeigte in der übergebliebenen Atmosphäre keine Spur von kohlensaurem Gas. Ich sage noch mehr; als ich

a) Ich will hier ein Beyspiel der wunderbaren Vegetationskraft dieser Pflanze anführen. Ein Cactusast, welcher drey Wochen lang zu ähnlichen Versuchen, wie die hier erzählten, sowohl in der Sonne als im Schatten, gedient hatte, wurde ohne Wasser und Erde vierzehn Monat lang an einen dunkelen Ort, in einen Wandschrank gebracht; den Winter über hielt er hierinne eine Kälte von 8° unter dem Gefrierpunkt des Reaumur'schen Thermometers aus, und während des Sommers eine Wärme von + 22 Grad. Nach Verlauf dieses Zeitraums war er durch den Verlust der Hälfte seines Vegetationswassers dünner und runzlicht geworden, aber er trieb Stengel und Wurzeln auf seiner ganze Oberfläche; kein Theilchen von ihm hatte seine Vegetationskraft verloren. Von da weggenommen, hat er im Sonnenscheine unter destillirtem Wasser soviel als ein Drittel seines Volumens austrägt, von einer Luft hervorgebracht, die $\frac{24}{100}$ Sauerstoffgas und $\frac{66}{100}$ Stikgas enthielt; und als ich ihn hierauf in Pflanzenerde brachte, blähte sich seine ganze alte Substanz auf, nahm ihren vormaligen Raum wieder ein, und fuhr fort neue Schösslinge zu treiben.

nemlich eine Nacht hindurch unter diesem Rezipienten, neben den Cactus Kalkwasser gebracht, so hat sich durchaus kein kohlensaurer Kalk gebildet. Es geht aus diesen angegebenen eudiometrischen Beobachtungen hervor, dass die Atmosphäre des Gewächses fast ganz genau folgende Bestandtheile enthielt:

vor dem Einathmen 10 Kubikzoll (198 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.

nach dem Einathmen 6 Kubikzoll (119 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.

Einathmen 4 Kubikzoll (79 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.

Die Verminderung der Atmosphäre während der Nacht ist daher genau der Verminderung an Sauerstoffgas gleich gewesen. Die Pflanze hat kein merkliches Stikgas absorbirt, sondern nur eine Quantität Sauerstoffgas $\frac{1}{4}$ ihres Volumens gleich. Nicht alle Cactus machen so grosse Einathmungen, sie steigen bisweilen nur in einer Nacht bis zur Hälfte des Volumens von diesem Gewächse. Diese Unterschiede richten sich nicht blos nach dem Zustande des Gewächses, welches mehr absorbirt, wenn es noch frischer ist, sondern auch nach der Temperatur, in welche der Versuch vorgenommen wird. Das Einathmen ist in einem gegebenen Zeitraume bey einer Temperatur von zwanzig bis fünf und zwanzig Grad Reaumur grösser, als bey einer von zehn bis funfzehn Grad.

Verlängert man den Aufenthalt dieser Pflanzen (über eine Nacht hinaus) in der Dunkelheit, so fahren sie, aber immer langsamer, fort, das Sauerstoffgas zu absorbiren, bis dass sie davon ohngefähr ein und ein viertelmal ihres eigenen Volumens enthalten. Nach die-

sem Zeitpunkte, der etwa nach Verlauf von sechs und dreyssig bis vierzig Stunden eintritt, vermindern sie weder, noch vermehren sie das Volumen ihrer Atmosphäre, so lange als noch freies Sauerstoffgas darinn enthalten ist, die Capazität des Rezipienten und die Fortdauer des Versuchs sey auch welche sie wolle; ja man mag sogar den Versuch einen Monat oder bis zum Tode der Pflanze fortsetzen.

B. Die mit Sauerstoffgas gesättigten Blätter bilden in der Dunkelheit kohlensaures Gas.

Der durch das Einathmen mit Sauerstoffgas gesättigte Cactus bleibt indessen nicht ohne Einwirkung auf das was ihn umgiebt, er fängt an, wenn er auf den Punkt gekommen, wo er nichts mehr von diesem Gase absorbiren kann, ohne die geringste Veränderung, mit seinem eigenen Kohlenstoff und dem umgebenden Sauerstoffgas, freie Kohlensäure zu bilden: eine Verbindung, die, wie ich oft beobachtet habe, das Volumen seiner Atmosphäre nicht ändert. Es ist bemerkenswerth, dass die also gesättigten Blätter, in einer durch die Bereitung des kohlensauren Gases gegebenen Zeit ohngefähr die Hälfte weniger Sauerstoffgas verzehren, als sie durch Einathmen in sich aufnehmen.

Der grösste Theil der Blätter, und insbesondere derjenigen, die nicht fleischig sind, bilden in derselben Zeit, wo sie Sauerstoffgas einsaugen, freies kohlensaures Gas. Sie athmen mehrentheils etwas weniger, aber niemals mehr als der Cactus, ein.

C. Der Cactus, welcher Sauerstoffgas eingeathmet hat, kann dieses nicht in dem leeren Raum unter der Glocke einer Luftpumpe wieder herausgeben.

Das durch den Cactus oder irgend ein anderes Blatt eingeathmete Sauerstoffgas wird in demselben durch eine zu starke Anziehungskraft festgehalten, als dass die Wegnahme des Druckes der Atmosphäre es davon merklich befreien könne *b*); sechs Kubikzoll Cactus, die in einer Nacht vier Kubikzoll Sauerstoffgas eingeathmet hatten, haben in der Finsterniss unter einer kleinen Quantität Wasser im luftleeren Raume, nicht mehr als einen Kubikzoll Luft ausathmen können, welche $\frac{15}{100}$ Sauerstoffgas, und $\frac{85}{100}$ Stikgas und kein oder $\frac{1}{100}$ kohlensaures Gas enthielt. Vor dem Einathmen hatte diese Pflanze den Tag vorher bey diesem Verfahren dieselbe Quantität Luft gegeben, aber sie bestand aus $\frac{19}{100}$ Sauerstoffgas und $\frac{81}{100}$ Stikluft.

Der kleine Unterschied an Reinheit, der man bey diesen beyden ausgezogenen Luftportionen vor und nach der Einathmung bemerkt, bezieht sich darauf, dass die in den Blättern enthaltene Luft beständig mit dem Grade der Reinheit der Atmosphäre, welche sie umgiebt, im Verhältniss steht. Da die Luft des Gefässes, worin die Pflanze während der Dunkelheit

b) Ich habe durch diese Behandlung aus grünen Früchten, wie z. B. Birnen und Aepfeln, selbst vor ihrer Reife, eine Luft ausgezogen, welche eine sehr grosse Menge von kohlensaurem Gas enthielt; Blätter haben mir aber keine bemerkbare Menge davon geliefert, wenigstens, wenn sie nicht in einem von Sauerstoffgas leeren Medium gelebt hatten.

gestanden hatte, durch das Einathmen verdorben worden war, so war sie es auch in der Pflanze selbst. Es ist sehr wahrscheinlich, dass man durch die Luftpumpe nicht leicht die in den Gewächsen frey enthaltene Luft heraus bekommt. Ich habe sie zu allen Stunden und bey allen Aussetzungen, in den Pflanzen welche in freier Luft vegetiren, beständig unreiner als die atmosphärische Luft gefunden. Wenn der Cactus gänzlich mit Sauerstoffgas gesättigt ist, so zieht man durch das Auspumpen eine Luft aus ihm, die zwey oder drey Hunderttheile Kohlensäure enthält, welche nicht dem funfzigsten Theile des Sauerstoffgases, was die Pflanze eingesogen hat, gleichkommen.

Eine ziemlich gemässigte dunkele Wärme, so stark, dass sie das Gewächs noch nicht zerstören konnte, hat eben nicht mehr Wirkung als der luftleere Raum darauf gehabt, um das von ihm eingeathmete Gas zum Entweichen zu bringen. Sechs Kubikzoll Cactus, die vier Kubikzoll Sauerstoffgas in einer Temperatur von funfzehn Gr. R. absorbirt hatten, konnten unter einem mit atmosphärischer Luft erfüllten bis zu dreyssig vielleicht fünf und dreyssig Grad. erhitzten Rezipienten kein Gas in der Finsterniss ausathmen. Sie haben in beyden Fällen nichts gethan, als ihren Kohlenstoff mit dem umgebenden Sauerstoffgas verbunden, ohne das Volumen ihrer Atmosphäre zu verändern. Beym vierzigsten Grade wurden sie gelb, und nun zeigten die Resultate nichts mehr an. Als ich im Schatten Blätter mit Sauerstoffgas gesättigt unter Wasser, das bis zu den oben bemerkten Grade erhitzt war, brachte, so liessen sie eine Quantität Gas, die dem sechsten Theil ihres Volumens gleich kam, fah-

ren; diese Luft enthielt $\frac{80}{100}$ Stikgas; und $\frac{11}{100}$ Kohlensäure.

D. Die Blätter nehmen in denjenigen luftförmigen Umgebungen, welche kein freies Sauerstoffgas enthalten, keine merkbaren Einathmungen vor.

Ein Cactus, (oder jedes andere Blatt) beym Untergang der Sonne eingesammelt, und eine Nacht hindurch, entweder in Stikgas, oder in Wasserstoffgas, oder in reines kohlensaures Gas gebracht, vermindert das Volumen seiner Atmosphäre nicht. Er dehnt sie vielmehr, indem er kohlensaures Gas mit dazu liefert, aus; diese Zugabe, die um so geringer ist, als die Pflanze mehr Kraft und Leben besitzt, kommt in einer Nacht gewöhnlich dem dritten oder vierten Theil des Volumens des Cactus gleich. Es ist indess gar nicht zweifelhaft, dass diese Atmosphären in ganz geringer Menge in das innere des Gewächses dringen; denn als ich die Cactus, welche eine Nacht hindurch unter reinem Wasserstoffgase zugebracht hatten, der Wirkung der Luftpumpe unterwarf, gaben sie mir eine Quantität eines luftförmigen Fluidums, welches dem sechsten Theil ihres Volumens gleich kam: diese Luft bestand aus vierzig Theilen Wasserstoffgas, vierzig Theilen Stikgas, und zwanzig Theilen kohlensaures Gas.

Der bey Untergang der Sonne gesammelte, und eine Nacht lang in Wasserstoffgas gebrachte Cactus, macht alsdann, wie ich gesagt habe, keine merklichen Einathmungen; zieht man ihn aber aus dieser Atmosphäre heraus, um ihn in der Dunkelheit in einen Rezipienten voll gemeiner atmosphärischer Luft zu bringen, so athmet er einmal sein Volumen an Sauerstoffgas ein, oder fast genau eben so viel, als wenn

er sich vorher in keinem Wasserstoffgase befunden hätte. Bedient man sich bey diesem Versuchen statt des Wasserstoffgases des kohlensauren, so fängt die Pflanze an, sobald man sie in der Dunkelheit in einen Rezipienten mit gemeiner Luft erfüllt bringt, ihre Atmosphäre auszudehnen, indem sie darin eine kleine Quantität kohlensaures Gas verbreitet, die ohngefähr dem sechsten Theil ihres Volumens gleich kommt; sie athmet hierauf eben so viel Sauerstoffgas ein, als die obige Ausstossung beträgt. Nach dieser letzten Operation, verändert der Cactus das Volumen seiner Atmosphäre nicht mehr, er modifizirt sie blos, indem er seinen Kohlenstoff mit dem umgebenden Sauerstoffgas in Verbindung bringt. Diese Pflanze kann zwey oder drey Tage in reinem kohlensauren Gase zubringen, ohne zu Grunde zu gehen.

E. Der Cactus athmet das kohlensaure Gas in dem nemlichen Verhältnisse ein, wie das Sauerstoffgas, wenn sich das erstere in letzterem in einer geringen Menge zugemischt befindet.

Die Versuche welche ich über die Einathmung des Sauerstoffgases unter lit. A. erzählt habe, sind in einer Luft angestellt worden, die ich vorher von allem kohlensauren Gas befreit hatte, und man könnte fragen, ob letzteres nicht in der natürlichen atmosphärischen Luft vorzugsweise vor dem Sauerstoffgas von den Blättern absorbirt werde. Ich habe daher einen Cactus unter einen Rezipienten voll gemeiner Luft gebracht, welcher ich kohlensaures Gas beygemischt hatte, und habe hierauf gefunden, dass das kohlensaure Gas und das Sauerstoffgas in gleichem Maasse eingesogen worden sind. Nur die Einathmung ist

schneller von statten gegangen, als wenn kein kohlensaures Gas hiebey gewesen wäre. Folgendes ist der genauere Bericht über einen dieser Versuche; $7\frac{3}{4}$ Kubikzoll (153,6 *centimètres cubes*) Cactus wurden Nachmittags in $43\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft, die durch Quecksilber gesperrt war, eingebracht. Diese Luft, welche ich gleich hundert Theilen annehme, enthielt vier und siebzig Theile Stikgas, neunzehn Sauersoffgas und sieben Theile kohlensaures Gas. Nach zwölf Stunden Aufenthalt im Finstern, war das Volumen der Luft auf ein und achtzig Theile zurükgebracht. Die Blätter hatten demnach ohngefähr ein und ein viertelmal ihr Volumen eingeathmet. Ich habe bey der Untersuchung der rükständigen Luft gefunden, dass sie dreyzehn einen halben Theil Sauerstoffgas, und fünf einen halben Theil Kohlensäure eingeathmet hatten. Beyde Gasarten waren daher in gleichem Verhältnisse eingesogen worden, d. h. drey viertel soviel von der einen, als von der andern. Nach dieser Einathmung waren sie gesättigt; bey einer verlängerten Dunkelheit konnten sie die Atmosphäre nicht weiter vermindern.

F. Der Cactus scheint nie mit Sauerstoffgas gesättigt, wenn er mehrere Tage oder eine unbestimmte Zeit hindurch in freier Luft im Dunkeln verweilt hat.

Ich habe bey A. und D. gesagt, dass ein in der Finsterniss in atmosphärischer Luft unter einem mit Quecksilber gesperrten Rezipienten gebrachter Cactus in einem Zeitraume von dreyssig bis vierzig Stunden ein und ein viertelmal sein Volumen an Sauerstoffgas verzehrt, und dass er nach dieser Zeit das Volumen seiner Atmosphäre nicht weiter verringert, man möge den Versuch auch so lange fortsetzen, als man wolle.

Man sollte dieser Beobachtung zufolge glauben, dass ein zur nemlichen Zeit, wie der vorige, gesammelter Cactus, der in der Dunkelheit mehrere Tage hindurch der freien Luft, ausserhalb einem Rezipienten ausgesetzt wird, seine Atmosphäre nicht vermindern würde, wenn man ihn ohne Wasser im Dunkeln unter einen Rezipienten mit atmosphärischer Luft erfüllt, brächte. Allein unter diesen Umständen athmet die Pflanze binnen vier und zwanzig Stunden soviel als ein viertel ihres Volumens beträgt, alsdann erst befindet sie sich im Zustande der Sättigung, und athmet nichts weiter ein. Zieht man den Cactus aus seinem Behälter heraus, um ihn in der Finsterniss der freien Luft auszusetzen, und ihn dann nochmals unter den Rezipienten im Dunkeln zu bringen, so athmet er eine der vorigen gleiche Menge wieder ein. Wiederholte ich diese Verfahrungsart zu verschiedenenmalen, so war ich im Stande, binnen funfzehn Tagen in einer immerwährenden Finsterniss durch das nemliche Blatt mehreremale dessen Volumen, oder eine unbestimmte Menge von Sauerstoffgas absorbiren zu lassen. Ich werde in der Folge erst die Erklärung dieser Erscheinung geben, die allen Vegetabilien wenigstens allen ihren fertigen Theilen, gemein ist.

G. Der zerstörte (desorganisirte) Cactus zeigt in der atmosphärischen Luft keine bemerkbare Einathmung.

Sechs Kubikzoll Cactus bey Sonnenuntergang gesammelt, wurden in Stücken zerschnitten und schnell durch Reiben in einen Teig verwandelt; sie wurden unmittelbar hierauf eine Nacht hindurch unter einen mit atmosphärischer Luft erfüllten Rezipienten, der

mit Queksilber verschlossen wurde, gebracht. Sie veränderten das Volumen ihrer Atmosphäre nicht, auch absorbirten sie kein Sauerstoffgas, aber sie vereinigten damit ihren Kohlenstoff, wodurch kohlensaures Gas gebildet, und der Saft der Pflanze coagulirt wurde. Die Quantität des bey diesem Versuche verzehrten Sauerstoffgases, welches zur Bildung des kohlensauren Gases gebraucht wurde, war weit geringer c) als die, welche durch Einathmen würde verschwunden seyn, denn der gesunde Cactus würde bey übrigens gleichen Umständen, wenigstens drey oder vier Kubikzoll Sauerstoffgas verzehrt haben, während der zerstörte Cactus davon nur den vierten Theil dieser Menge bey Bildung vom kohlensauren Gas zum Verschwinden brachte.

Der in Teigform gebrachte, und unmittelbar darauf in reines Stikgas oder Wasserstoffgas gethane Cactus, verhält sich darinne wie ein organisirter; er dehnt diese Gasarten aus, indem er kohlensaures Gas darinne verbreitet; späterhin fügt er Wasserstoffgas und Stikgas hinzu.

H. Folgerungen aus den vorstehenden Beobachtungen: das durch die Blätter im Dunkeln eingeathmete Sauerstoffgas wird in kohlensaures Gas verwandelt.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass das Sauerstoffgas, welches durch den Cactus und durch die Blätter ab-

c) Diese Behauptung gilt nur von den ersten Epochen des Todes der Pflanze; sobald sie anfängt zu faulen, so verzehrt sie weit mehr Sauerstoffgas als durch das Einathmen.

sorbirt worden, im Ganzen in ihrem Fleisch unter der Form von kohlensaurem Gas zurükgehalten werde. Obgleich diese Meinung noch nicht durch gradehin überzeugende Versuche bewiesen worden ist, so kann man ihr doch beypflichten, da sie die einzige scheint, die uns die hauptsächlichsten Wirkungen, die wir eben beobachtet haben, erklären kann.

Die Fähigkeit welche die Blätter besitzen, Sauerstoffgas ein- und auszuathmen, scheint der, die sie besitzen, das kohlensaure Gas zu zersetzen, untergeordnet zu seyn. Die grünen Theile der Vegetabilien, welche im Durchschnitt genommen die einzigen sind, die diese Zerlegung vornehmen, sind auch, wie man in der Folge sehen wird, die einzigen, welche durch die Thätigkeit des Sonnenlichtes und der Finsterniss die auf einander folgenden Ein- und Ausathmungen vornehmen. Diese beyden Funktionen scheinen abwechselnd Ursache und Wirkung von einander zu seyn, so wie der Fall eines Perpendikels bey seinen Schwingungen die Ursache seines Steigens, und dieses Steigen wiederum die Ursache eines neuen Falls zu seyn scheint.

Wenn sich ein Blatt, unmittelbar nachdem es dem Sonnenscheine ausgesetzt gewesen, im Finstern befindet, so enthält es kein kohlensaures Gas weil dieses im Lichte zersetzt worden ist. Die Luft durchstreicht es frey, wie wir solches beym Wasserstoffgas gesehen haben (D). Das atmosphärische Sauerstoffgas wird bey dieser Gelegenheit vom Kohlenstoff der Pflanze ergriffen, und bildet kohlensaures Gas, welches sein Volumen und seinen elastischen Zustand durch die Vereinigung mit dem Vegetationswasser der

Pflanze verliert. Es erleidet durch die vegetabilische Organisation einen Druck, welcher seine Gränzen hat, weil diejenigen Pflanzen, die es am meisten einsaugen, nicht mehr als ein und ein halbmal ihres Volumens davon aufnehmen können. Die Thätigkeit des Sauerstoffgases verändert sich daher nur scheinbar vor und nach der Sättigung des Blattes; es scheint absorbirt zu seyn, so lange als es vor der Sättigung (A) das durch das Sauerstoffgas hervorgebrachte kohlensaure Gas verdichten oder einsaugen kann, und es bildet nach der Sättigung freies kohlensaures Gas (B), weil das Blatt dieses letztere alsdann nicht mehr aufzunehmen im Stande ist. Warum sind aber die Blätter niemals mit kohlensaurem Gas gesättigt, wenn sie in der Dunkelheit eine unbestimmte Zeit hindurch in freier atmosphärischer Luft vegetirt haben (F)? Warum lässt sie ihre abwechselnde Aussetzung unter einem Rezipienten und die freie Atmosphäre einmal ihr Volumen, oder eine unbestimmte Menge kohlensaures Gas in einer immer fortgesetzten Finsterniss absorbiren? Ich antworte hierauf, dass diese letztere Wirkung eine blosse Täuschung sey, die durch die Anziehungskraft hervorgebracht wird, welche die freie atmosphärische Luft gegen das in den Blättern enthaltene kohlensaure Gas äussert. Die atmosphärische Luft hat eine wahre chemische Verwandschaft gegen das kohlensaure Gas, und wie die meisten Verbindungen, ihre gewissen Gränzen von Sättigung. Es ist vielleicht nicht überflüssig, die Beweise davon hier anzuführen.

Bringt man unter einen mit kohlensaurem Gas erfüllten Rezipienten reines Wasser, so sättigt sich dasselbe damit, und nimmt dessen gerade nicht mehr und nicht

weniger auf, als sein eignes Volumen beträgt. Dieses gesättigte Wasser, befreit sich wieder davon, wenn es in Flaschen mit verschiedenen Quantitäten atmosphärischer Luft gebracht und verschlossen wird, nach Maasgabe der Menge von Luft, die in jeder dieser Flaschen enthalten ist, und diese dehnt sich sodann nach Verhältniss der Menge von Kohlensäure, die sich dem Wasser entzieht, aus. Wenn der Fall eintritt, dass diese luftförmige Verbindung zerstört werden soll, so werden die Substanzen nach dem Grade ihrer Verwandtschaft zum kohlensauren Gase, dessen mehr oder weniger wegnehmen. Das Kalkwasser wird mehr davon rauben, als destillirtes Wasser, und Pottasche wieder mehr als Kalkwasser. Diese Wirkungen nebst ihren Ursachen sind durch Herrn Berthollet, in seiner schönen Abhandlung über die Verwandschaften (*Memoire de l'Institut National, scien. et arts. Vol 3.*) bekannt gemacht worden.

Da sich nun die reine atmosphärische Luft mit einem angeschwängerten Blatte nicht im Gleichgewichte der Sättigung befindet, nemlich einem Blatte, das ein und ein viertel seines Volumens kohlensaures Gas enthält, so raubt es ihm etwas davon, wiewohl nur eine kleine Quäntität. Auf diese Weise sieht man, sobald man einen mit Sauerstoffgas oder mit kohlensaurem Gas gesättigten Cactus unter einen neuen mit atmosphärischer Luft gefüllten Rezipienten bringt, dass diese in dem nemlichen Augenblicke eine Vergrösserung ihres Volumens erleidet (D), welche einer Ausströmung von kohlensaurem Gas, das die Luft sättigt, zuzuschreiben ist. Nach dieser Ausströmung bildet die Pflanze mit dem sie umgebenden Sauerstoff-

gase neues kohlensaures Gas, das sie einathmen kann, weil nunmehr die gesättigte atmosphärische Luft der Sättigung des Blattes keine Hindernisse mehr in den Weg legt. Zieht man es alsdann aus seinem Behälter heraus, so raubt ihm die freie atmosphärische Luft das kohlensaure Gas, welches es eben erlangt hatte, und versetzt es von neuem in den Zustand, unter einem Rezipienten diese Kohlensäure die es eben verloren, sich wieder zu absorbiren. Ein Blatt häuft daher bey diesem Versuche weder Kohlensäure noch Sauerstoffgas an *d*).

Man kann die Erscheinungen, die eine noch mit allen ihren vegetativen Eigenschaften versehene Pflanze in der Dunkelheit in freier Luft hervorbringt, durchaus nicht mit denen vergleichen, die sie darbietet, wenn sie sich in Umgebungen befindet, die alles Sauerstoffgases beraubt sind (D).

d) Die Verwandschaft die ich zwischen der atmosphärischen Luft und dem kohlensauren Gase angenommen habe, ist durch Herrn Dalton bestritten worden, allein wir wollen uns an die Erfahrung halten, und nur anmerken, dass wenn man einen Kubikzoll Wasser in eine Mischung aus neunzig Kubikzoll atmosphärischer Luft und zehn Kubikzoll kohlensaurem Gas, oder von jeder andern Menge stellt, und man dieses Wasser herausnimmt, um es der freien Luft in der Dunkelheit auszusetzen, hierauf es wieder in diese Mischung zurückbringt, dass man sie bey öfterer Wiederholung dieses Verfahrens, durch das nemliche Wasser aller ihrer zehn hinzugethanen Kubikzoll kohlensauren Gases beraubt; das Wasser bringt auf diese Weise dieselbe Wirkung hervor, wie der Cactus. Es scheint zehnmal nach einander sein Volumen an kohlensaurem Gas absorbirt zu haben, obgleich es bewiesen ist, dass es nicht den zehnten Theil dieser Quantität angehäuft habe.

Die Vegetation bleibt im letztern Falle aufgehoben; alle Wirkungen, die die Pflanze, als organischer Körper, hervorbringen konnte, sind unterbrochen. Sie fängt an zu faulen, sich zu zersetzen, und liefert aus ihrer eigenen Substanz die beyden Elemente des kohlensauren Gases. Das Vegetationswasser, welches geringer als das Gewicht der Pflanze ist, tränkt sich mit diesem Gase nur in sehr geringer Menge, weil es nicht mehr durch den Druck, den die Vegetativkraft auf dasselbe ausübte, zurükgehalten wird. Wir haben von den Grenzen dieses Druckes keinen Begriff. Die Versuche von Hales beweisen, dass er das Gewicht unserer Atmosphäre übersteigen kann. Aus diesem Grunde konnte auch die Luftpumpe das kohlensaure Gas nicht ausziehen, welches der Cactus absorbirt hatte (C). Weil dieser Druck nicht mehr vorhanden war, so athmete der desorganisirte Cactus auch kein merkliches kohlensaures Gas oder Sauerstoffgas mehr ein, die sehr geringe Menge von kohlensaurem Gas die bey diesen Umständen erfodert wird, um das Vegetationswasser zu sättigen, war während des Zerstossens und Reibens gebildet und absorbirt worden.

Es leuchtet im allgemeinen aus diesen Betrachtungen hervor, dass sich die Blätter in der Dunkelheit das atmosphärische Sauerstoffgas nicht beymischen, welches sie absorbiren, zum wenigsten in so weit nicht, als sie das kohlensaure Gas nicht zerlegen, welches das Resultat dieser Einsaugung ist. Wenn eine solche Zerlegung unter diesen Umständen vorkommt, so ist das Verhältniss ihrer Menge gewiss so, dass es allen unsern hierauf gerichteten Versuchen entgeht. Diese Schlüsse würden ohne Zweifel gewagt seyn,

wenn sie nicht auf Resultaten beruhten, die mir die Cactus gegeben haben, ich habe sie aber auch noch ausserdem bey sechzig andern Pflanzen, von den verschiedensten Gattungen, bestätigt gefunden. Verschiedene unter ihnen haben in der nemlichen Zeit mehr Sauerstoffgas verzehrt, indem sie mehr freie Kohlensäure zurükliessen; keine konnte aber in einer bis in alle Ewigkeit verlängerten Finsterniss das Volumen dieser Atmosphäre, in einer grössern Quantität vermindern, als das Volumen des Gewächses betrug; und das Sauerstoffgas, welches verschwunden war, fand sich beständig, diesen kleinen Unterschied abgerechnet, im richtigen Verhältnisse mit dem, welches in die Verbindung des hervorgebrachten kohlensauren Gases gegangen war.

§. 5.

I. *Aushauchung des Cactus in der atmosphärischen Luft.*

Die sechs Kubikzoll (119 *centimètres cubes*) Cactus, welche dem Versuche A gedient, und die durchs Einathmen ihre Atmosphäre verdorben und vermindert hatten, indem sie in einer einzigen Nacht vier Kubikzoll (79 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas einathmeten, wurden den Morgen ohne Wasser der Sonne in einem andern Rezipienten ausgesetzt, wo sie weder mit dessen Wänden noch mit der Flüssigkeit die ihn verschloss, in Berührung stehen durften. Diese Luft enthielt acht und vierzig Kubikzoll (951 *centimètres cubes*) atmosphärischer, von allem kohlensauren Gas befreiter Luft. Den Abend fand sich diese Atmosphäre

um 4,4 Kubikzoll (87 *centimètres cubes*) vermehrt, sie enthielt kein kohlensaures Gas. Das Eudiometer zeigte darin sieben und zwanzig ein halb Hunderttheile Sauerstoffgas an; da es deren vor der Einbringung der Pflanzen nicht mehr als $\frac{21}{100}$ angezeigt hatte. Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Luft des Rezipienten enthielt,

vor dem Einathmen.

10,1 Kubikzoll (200 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.
+ 37,9 Kubikzoll (751 *centimètres cubes*) Stikgas.

Nach dem Einathmen.

14,28 Kubikzoll (283 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.
+ 38,1 Kubikzoll (755 *centimètres cubes*) Stikgas.

Unterschied, oder Ausathmung.

4,18 Kubikzoll (83 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas.
0, 2 Kubikzoll (4 *centimètres cubes*) Stikgas.

In der folgenden Nacht brachte ich die nemlichen Blätter unter einen neuen Rezipienten voll gemeiner Luft Sie athmeten darinne drey und drey viertel Kubikzoll (74 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas, und hauchten den folgenden Tag vier Kubikzoll (79 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas nebst einem drittel Kubikzoll (6 *centimètres cubes*) Stikgas aus. Nachdem ich diese Versuche sieben Tage hintereinander fortgesetzt hatte, verminderte sich das Ein- und das Ausathmen immer mehr, und das Ausathmen von Stikgas nahm zu. Ich fand, dass wenn ich alle Einathmungen von der einen, und alle Aushauchungen von der andern Seite zusam-

menrechnete, der nemliche Cactus während sieben Nächten ein und zwanzig und dreyviertel Kubikzoll (331 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas eingesogen, und in den sieben zwischen-Tagen im Sonnenlichte neun und zwanzig und einen halben Kubikzoll (584 *centimètres cubes*) von einer Luft ausgehaucht hatte, die aus drey und zwanzig ein viertel Kubikzoll Sauerstoffgas und sechs und ein viertel Kubikzoll Stikgas bestand. Die letztere Aushauchung enthielt mehr als die Hälfte dieses letzteren Gases, während die erstere nur den sechszehnten Theil ihres Volumen davon befasste.

Die Ausstossungen von reinem Sauerstoffgas sind bey diesen Versuchen etwas grösser als die Einathmungen gewesen, aber der Unterschied ist zu gering, oder zu sehr unter dem Volumen der Pflanze, als dass man etwas daraus über die Zerlegung des Wassers schliessen könnte *e*).

K. Aushauchungen des Cactus unter destillirtem Wasser im Stikstoffgas.

Ich habe die Versuche über die Ausathmung abgeändert, indem ich dem Cactus, der die Nacht über im Troknen in einem Rezipienten voll reiner atmosphärischer Luft, die von allem kohlensauren Gas befreit

e) Ich werde andere Resultate über diesen Gegenstand im siebenten Capitel vortragen. Die Versuche werden weit mehr verlängert werden; die Pflanzen werden in atmosphärischer Luft mit etwas wenigem Wasser ernährt seyn; sie werden sich nicht durch die Abwesenheit dieses Nahrungsmittels erschöpfen, und nicht durch das vielfache Giessen aus einem Gefässe in das andere gestört werden.

war, zugebracht hatte, in einen Rezipienten voll destillirtes Wasser einen Tag lang brachte; die allgemeinen Resultate waren die nemlichen wie beym vorigen Versuche; blos in dem Falle, womit ich mich jetzt beschäftige, giengen die Funktion der Pflanze langsamer von statten, da sie sich in einen Medium befand das ihr nicht anpassend war, und auch ausserdem unter dem Wasser weniger als in der Luft erwärmt wurde. Sie hatte nicht Zeit, in dem Sonnenschein eines einzigen Tages alles kohlensaure Gas zu zersetzen, was sie die Nacht über gebildet hatte; über diess waren auch ihre Aushauchungen durch eine beträchtliche Menge Stikgas verdorben, da doch die erstern Ausathmungen in gemeiner Luft aus fast ganz reinem Sauerstoffgas bestanden, und sich in dieser Rücksicht auch nicht geringer als die Einathmungen befanden. Sechs Kubikzoll Cactus absorbirten in sieben Nächten, siebzehn Kubikzoll Sauerstoffgas, und athmeten im Wasser in Gestalt von Luftblasen neunzehn Kubikzoll Luft ein, die bey einer Prüfung mit hydrosulfure de potasse sich aus 13,3 Kubikzoll Sauerstoffgas und 5,7 Kubikzoll Stikgas bestehend zeigte. Die erste Aushauchung enthielt $\frac{80}{100}$ Sauerstoffgas und $\frac{20}{100}$ Stikgas. Man kann nicht umhin zu bemerken, dass dieses letztere Gas aus der Zerlegung der Pflanze hervorkommt; sie bringt es nie in ansehnliche Quantität hervor, als wenn sie entweder durch die Fortdauer des Versuches leidet, oder wenn sie sich in einer Umgebung befindet, die ihr nicht angenehm ist.

Der Cactus, der die Nacht in atmosphärischer Luft zubringt, und den Tag über in der Sonne im Stikgas, haucht daselbst mehr aus, als unter dem

Wasser, aber eine weniger reine Luft als in gemeiner Atmosphäre.

L. Die Ausathmung steht mit der Einathmung im Verhältniss.

Erster Beweis. — Wenn man die Cactuspflanzen alles Sauerstoffgas hat einathmen lassen, was sie absorbiren können, indem man sie sechs und dreyssig bis vierzig Stunden lang hintereinander in der Dunkelheit unter einem Rezipienten voll atmosphärischer Luft lässt, und man setzt sie hernach der Sonne aus, so hauchen sie in sieben bis acht Stunden weit mehr aus, als wenn sie nur eine einzige Nacht in gemeiner Luft gestanden hätten. Ich habe diesen Versuch mehreremale angestellt, und so, dass kein Zweifel mehr übrig bleibt. Ich will hier ein Beyspiel erzählen: sechs Kubikzoll Cactus, die während zwölf Stunden im Dunkeln vier Kubikzoll Sauerstoffgas eingeathmet hatten, hauchten unmittelbar nachher in der Sonne, in Zeit von sieben Stunden 4,2 Kubikzoll des nemlichen Gases aus. Ich brachte hierauf dieselbe Pflanze in die Finsterniss unter einen Rezipienten, und liess sie darinn sechs und dreyssig Stunden hintereinander stehen; sie absorbirte hier sieben ein halb Kubikzoll Sauerstoffgas. Hierauf wurde sie dem Sonnenscheine ausgesetzt, wo sie in Zeit von sieben Stunden die sieben und ein halb Kubikzoll, die sie in den sechs und dreyssig vorhergehenden Stunden eingeathmet hatte, wieder ausduftete. Die Ausathmung ist daher durch die Quantität der Einathmung vermehrt worden. Ich glaube, dass dieses Resultat von Wichtigkeit ist, weil es beweist, dass die Ausstossung des Sauerstoffgases, die eine Wirkung des Einathmens ist, nicht mit der Aus-

stossung verwechselt werden müsse, die man der Zerlegung des Wassers beymessen könnte.

Zweyter Beweis. — Ich setzte dem Sonnenlichte in atmosphärischer Luft die von kohlensaurem Gas befreit war, Cactuspflanzen aus, die ich den Tag vorher gesammelt, und die die Nacht über in reinem Stikgas oder reinem kohlensauren Gas zugebracht hatten; sie hauchten in der atmosphärischen Luft Sauerstoffgas aus, aber ohngefähr die Hälfte weniger, als sie hervorgebracht haben würden, wenn sie die Nacht vorher in einem Rezipienten mit gemeiner Luft gestanden hätten. Ich setzte die folgende Nacht über die Pflanzen von neuem in Stikgas, und den Tag darauf in atmosphärische Luft. Sie gaben die Hälfte weniger Sauerstoffgas als den Tag vorher; den dritten Tag noch weniger, und den fünften waren sie abgestorben und in Fäulniss übergegangen. Die Summe von Sauerstoffgas, welches sie im Sonnenlichte während diesem ganzen Experimente liefern konnten, war geringer als ihr Volumen. Das Resultat war das nemliche, wenn die Pflanze mit einer kleinen Quantität Wasser genährt wurde, und wenn sie, nachdem sie eine Nacht in Stikstoffgas zugebracht hatte, dann der Sonne unter Wasser ausgesetzt wurde. Der Cactus kann daher nur eine sehr beschränkte Menge Sauerstoffgas liefern, und diese ist dann noch geringer als sein Volumen, wenn er die Nacht hindurch in einem Medium zubringt, dem alles Sauerstoffgas entzogen worden, und den Tag über in atmosphärischer Luft. Als ich diesen Versuch umkehrte, erhielt ich sehr verschiedene Resultate. Ich brachte nemlich den Cactus eine Nacht hindurch in einen Rezipienten voll atmosphäri-

scher Luft, und den Tag über in einen andern Rezipienten voll Stikgas. Ich konnte alsdann den Versuch funfzehn Tage und länger fortsetzen, ohne dass jener welkte. Die Menge von Sauerstoffgas die die Pflanze lieferte, überstieg das Volumen derselben fünf bis sechsmal; ja diese Menge war so zu sagen ohne Gränzen. Diese Beobachtungen bestätigen das, was dieser Artikel anzeigt, sie beweisen ausserdem, dass die Blätter nur eine Nacht lang eine ausgezeichnete Berührung des Sauerstoffgases verlangen. Man kann hieraus folgenden Schluss ziehen: wenn den Pflanzen ein Aufenthaltsort angewiesen wird, der schwach erleuchtet, und wo die Atmosphäre mehr oder weniger verdorben ist, wie dieser Fall bey manchen Gewächshäusern statt findet, so müssen sie daselbst so gestellt werden, dass sie ihre Atmosphäre um so mehr und öfters erneut bekommen, je dunkler der Ort ist, den sie einnehmen.

M. Wirkung des lebendigen Kalks oder der Pottasche auf das Ausathmen des Cactus.

Der lebendige Kalk, oder die Pottasche, die in wenig Tagen die dünnen in der Sonne vegetirenden Blätter tödten, wenn sie ihrer Atmosphäre zugesetzt werden, üben diese Gewalt auf die Vegetation des Cactus und der saftigen Pflanzen im allgemeinen nicht aus, weil deren sehr dickes Fleisch und weniger poröse Oberhaut, das kohlensaure Gas, welches sie gebildet haben, hartnäckiger zurückhalten. Bringt man Kalkwasser unter einen Rezipienten voll atmosphärischer Luft, worinn der Cactus eine Nacht zubringt, so bildet sich kein kohlensaurer Kalk darinn. Dieses geschieht aber wohl, wenn man das Kalkwasser mit

der Luft in Berührung bringt, in welcher sich der Cactus in der Sonne aufhält; es bedeckt sich sogleich mit kohlensaurem Kalke. In diesem letzteren Falle, und vorzüglich dann, wenn man unter den Rezipienten lebendigen, troknen, und im Wasser ausgelöschten Kalk, oder eine Auflösung von Pottasche bringt, wird die Ausathmung des Sauerstoffgases merklich vermindert; sie ist alsdann niemals grösser als die Einathmung.

N. Die über die Aushauchung des Cactus erhaltenen Resultate können auf die Blätter anderer Pflanzen angewandt werden.

Die Versuche über das Ausathmen können keine auffallenden, einer strengen Untersuchung fähigen Resultate geben, als wenn sie bey Pflanzen angestellt werden, welche bey wenig Volumen viel grüne krautartige Substanz enthalten, und die eine genugsam grosse Vegetationskraft besitzen, um in der Sonne den zehnten oder zwanzigsten Theil des Raumgehaltes eines Rezipienten auszutreiben, ohne sich dabey zu quetschen, oder an die Wände des Gefässes zu stossen, welche alsdann schon heiss genug seyn würden, um den Theil zu zerstören, der sich an ihnen ankleben würde. Die fleischigen Gewächse sind fast die einzigen, welche mit diesen Eigenschaften versehen sind. Die dünnen Blätter sind so delikat, so ausgedehnt, dass sie nicht leicht unter einem Rezipienten vegetiren können, als wenn die Pflanze zu der sie gehören, den vierhundert- oder fünfhundertsten Theil seines Raumes einnimmt. Man kann indessen zeigen, dass sie den nemlichen Gesetzen unterworfen sind, wenn man die beyden folgenden Versuche vergleicht.

1. Lässt man, während einer Zeit von funfzehn Tagen unter successiver Einwirkung des Sonnenscheins und der Nacht eine Pflanze mit dünnen Blättern, wie z. B. eine Münze (Mentha) einen Schooten-Weiderich (Epilobium) und Lythrum Salicaria, unter einem Rezipienten voll gewöhnlicher Luft vegetiren, so wird man nach Ablauf des angegebenen Zeitraumes finden, dass diese Atmosphäre sich weder an Reinheit noch an Volumen geändert hat, diese Pflanzen nehmen zu wenig Raum ein, als dass die Veränderungen, die sie hervorbringen könnten, schätzbar wären. Ein Cactus selbst würde, unter dem nemlichen Volumen und bey ähnlichen Umständen, mehr in die Augen springende Wirkungen hervorgebracht haben.

2. Unterhält man die Vegetation von dünnen Blättern in zwey Rezipienten, wovon der eine zum Aufenthalt des Gewächses im Sonnenlichte, und der andere zu seinem Aufenthalte in der Dunkelheit bestimmt ist, so findet man, nach mehreren successiven Giessen von einem Gefässe in ein anderes, dass am Ende des funfzehnten Tages die Luft des letztern an Reinheit und Volumen verloren, und dass sich die des erstern verbessert hat *f*). Die entgegengesetz-

f) Dieser Versuch ist von Ingenhouss mit Gartenkresse (Lepidium sativum) angestellt worden. *Expériences s. les végét. Vol. II. p.* 144. Dieser Schriftsteller hat aber nicht nach der Ursache dieser von ihm erhaltenen Resultate geforscht: er zeigt an, dass die Verbesserung grösser sey, als die Verschlimmerung (Verdorbenheit). Ich habe diesen Versuch mit der nemlichen Pflanze wiederholt, die Verschlechterung der Luft hat mir grösser geschienen, als die Verbesserung. Meine eudiometrischen Hülfsmittel waren übrigens genauer als die seinigen.

ten Wirkungen sind zu gering, um in ihren respektiven Quantitäten sehr genau verglichen werden zu können, aber die allgemeinen Resultate können nicht in Zweifel gezogen werden, und man begreift nach dem ersten Versuche, dass die erhaltene Verbesserung beim zweyten, dem durch die Pflanzen von der Atmosphäre im Finstern in die des Sonnenlichtes eingetragenen Sauerstoffgase zuzuschreiben sey.

Die dünnen Blätter lassen immer freies kohlensaures Gas in ansehnlicher Menge in ihrer Atmosphäre im Dunkeln. Ein Theil davon, den sie enthalten, wird ihnen von der umgebenden Luft, und zwar nach Verhältniss ihrer grossen Oberfläche, reichlicher als den fleischigen Gewächsen, entzogen.

§. 4.

Vegetation im reinen Sauerstoffgas.

Wenn sich gleich alle Pflanzen nicht anders als mit Hülfe des Sauerstoffgases entwickeln können, so gedeihen sie doch im Schatten nicht so gut, wenn dieses ihnen allein zur Atmosphäre dient, als wenn es mit einer gewissen Quantität von Stikgas oder Wasserstoffgas gemischt ist, diese letztern scheinen an und für sich keinen auffallenden Einfluss auf die Vegetation zu haben. Der grösste Theil der Pflanzen assimilirt sie sich gleich, wenn sie sich allein, oder in elastischem Zustande befinden. Aber sie können dem Gewächse nützlich werden, indem sie seine Berührungspunkte mit dem Sauerstoffgas vermindern.

Bey dem grössten Theile der Versuche, die ich mit schon zum Theil entwickelten Erbsenpflanzen (Pisum sativum) anstellte, erhielten diese *im Schatten,*

mit Hülfe des Wassers, und der ihnen durch ihre Saamenlappen gelieferten Nahrung während einer Zeit von zehn Tagen die Hälfte weniger am Gewichte in reinem Sauerstoffgas, als in der gemeinen Luft, wenn beyde in Rezipienten eingeschlossen waren; sie bildeten in ersterem eine weit grössere Menge von kohlensaurem Gas, welches seiner Natur zufolge immer der Vegetation im Schatten nachtheilig ist. Der Ueberfluss an Sauerstoffgas konnte ihnen übrigens zuwider seyn, indem er ihnen zu viel Kohlenstoff raubte. Als sie in reinem Sauerstoffgas *der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstralen* ausgesetzt worden waren, fand sich die Vermehrung an Gewicht die sie hier erlangten, ohngefähr eben so gross, als in der gemeinen Luft, blos ihre Stengel schienen im letztern länger und schlanker gezogen. Die verkürzte Form aber, die diese Pflanzen im Sauerstoffgas annehmen, kann der Reinheit dieses Gases nicht zugeschrieben werden, weil es mir vorgekommen ist, dass diese Wirkung auch in einer künstlichen Atmosphäre, die aus denselben Verhältnissen, wie die gemeine Luft bestand, statt gehabt; letzteres Gas bestand aus Sauerstoffgas, welches ich aus Braunstein bereitet, und aus Stikgas, welches ich aus Rindfleisch durch Salpetersäure herausgezogen hatte. Sie gab beym Eudiometer die nemlichen Anzeichen, wie unsere gemeine Atmosphäre *g*).

g) Enthält unsere Atmosphäre Bestandtheile, die dem Eudiometer entgehen, und das Wachsthum der Pflanzen begünstigen? oder halten vielmehr die künstlichen Gasmischungen ein gewisses Ingrediens der Substanzen zurük, aus denen sie ausgezogen sind, und welches sich jener Verlängerung widersetzt? Ich kann es nicht entscheiden.

§. 5.

Relative Quantitäten von Sauerstoffgas, die in der Dunkelheit von verschiedenen Blättern eingesogen werden.

Ich suchte herauszubringen, ob die Menge von Sauerstoffgas, die durch verschiedene Blätter von gleichem Volumen im Dunkeln verzehrt oder zum Verschwinden gebracht wird, sey es nun durch Einathmen, oder durch Bildung von freiem kohlensauren Gas, mit andern Umständen ihrer Vegetation in Verhältniss stehe.

Die Blätter der fleischigen Gewächse verzehren weniger Sauerstoffgas, als der grösste Theil der übrigen Blätter. Sie halten es hartnäckiger zurück, oder mit andern Worten, sie lassen weniger freie Kohlensäure in ihrer Atmosphäre; diese Wirkungen beziehen sich darauf, dass sie der umgebenden Luft weit weniger Berührungspunkte darbieten, und dass ihre Oberfläche bey übrigens ganz gleichen Umständen, mit einer weit weniger ansehnlichen Menge von Poren durchlöchert ist, wie dieses mikroskopische Beobachtungen zeigen. Die fleischigen Gewächse, welche unter Einwirkung des Sonnenlichtes und der Nacht vegetiren, verdanken ihrer Fähigkeit, fast den ganzen Gehalt ihres kohlen-

Es ist gewiss, dass auch wohl ausgewaschenes Stikgas noch einen animalischen Geruch besitzt, wenn es aus Rindsmuskeln herausgezogen worden; und einen schwefligten Geruch, wenn man es aus der gewöhnlichen Luft durch ein hydrosulfure erhält.

sauren Gases, das sie in der Dunkelheit bilden, zurückzuhalten, die andere Eigenschaft, dass sie nur eine unendlich kleine Menge ihres Kohlenstoffs verlieren, und folglich weit länger den Mangel dieses Nahrungsmittels ertragen können, oder weniger davon für ihre Vegetation durch die Wurzeln zu holen brauchen. Diese Pflanzen vegetiren von Natur auf Sand, Thon, oder einem unfruchtbaren Boden; da sie nur wenig Sauerstoff verzehren, so können sie in verdünnter Atmosphäre auch leben. Die grosse Menge von Sedum, Saxifraga und Sempervivum Arten, die auf den Bergen wohnen, geben uns Beyspiele in Menge hierüber.

Die Blätter derjenigen Bäume, die sich im Winter entlauben, sind im Durchschnitt, (denn es giebt hier häufige Ausnahmen) auch diejenigen, die den meisten Kohlenstoff verlieren, oder, das meiste Sauerstoffgas verzehren. Man kann die Bemerkung machen, dass das Reich der Bäume auf den hohen Gebirgen weit eher als das der Kräuter aufhört *).

*) *Ein in den Annales du Musée nat. d'hist. natur. befindlicher Aufsatz des Herrn* Ramond, *den ich vor einiger Zeit übersetzt habe (Voigts Magaz. f. d. Naturk. IX. B. 4 St. April 1805.) verdient auch in gegenwärtiger Beziehung die Aufmerksamkeit der Naturforscher. Die Untersuchung der quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile einer Atmosphäre auf den Gebirgen, muss die interessantesten Aufschlüsse über die Vegetation der dort vorkommenden Gewächse liefern, und oft selbst ihr Vorkommen bestimmen, welches* Ramond *jetzt blos von dem Kälterwerden mit Verkürzung der Luftsäule, und den schiefer auffallenden Sonnenstrahlen abzuleiten sucht.*

Die Blätter der immergrünen Bäume verzehren weniger Sauerstoffgas als die der Bäume, die sich im Winter entblättern: die erstern können auf einem unfruchtbaren Boden wachsen, und in einer verdünnten Atmosphäre leben. Wie z. B. Tannenbäume, Kiefern, Fichten, Wachholdern, und Schneerose (Rhododendron).

Die Sumpfgewächse vegetiren in einem Medium, wo sie wegen der sie umgebenden Dünste des freien Zuganges des Sauerstoffgases beraubt sind. Die Erfahrung zeigt, dass sie unter gleichen Umständen dieses Gas in geringerer Menge verzehren, als der grösste Theil der übrigen Gewächse mit krautartigem Stengel. Man begreift hieraus, warum man oft krautartige Pflanzen der Gebirge, in den Morästen und Sümpfen der Ebenen wieder antrift.

Man sieht, dass die Quantität von Sauerstoffgas, welches die Blätter zum verschwinden bringen, im

„Die Bäume", sagt er in dieser Abhandlung, „bleiben (auf den Pyrenäen) auf einer absoluten Höhe von 1200 bis 1300 Klaftern stehen, welches dem 70 Grade der Breite entspricht, und der Gebirgsgürtel, den diese Vegetabilien einnehmen, theilt sich dann in so viele besondere Streifen, als Gattungen derselben vorkommen. Die Eichen bleiben am tiefsten, die Buche behauptet die mittleren Höhen, darüber breiten sich Tannen und Eibenbaum (Taxus) aus, welche bald der Fichte Platz machen" u. s. w.

Man vergleiche nur diese wenigen Angaben mit dem, was Saussure *hier, und bey den Einäscherungen angiebt, so wird man finden, dass beyde auf verschiedenen Wegen die nemliche Reihe von Vegetabilien aufstellten.*

A. d. Ueb.

Ganzen mit der Lage, in der sie sich befinden, im Verhältniss steht. Blätter, welche auf einem undankbaren Boden, oder in einer verdünnten Atmosphäre, oder in tiefliegenden und feuchten Gegenden vegetiren, verzehren unter gleichen Umständen weniger Sauerstoffgas, als diejenigen, welche nur auf einem fruchtbaren Boden unter freiem und überflüssigen Zutritt atmosphärischer Luft ihr Wachsthum fortsetzen.

Ich füge hier die Tabelle der Beobachtungen bey, aus der ich diese Resultate gezogen habe. Die Versuche sind in langen Rezipienten angestellt, die durch Quecksilber, das ich auf der Oberfläche ein wenig befeuchtet hatte, verschlossen waren. Sie enthielten funfzig Kubikzoll (991 *centimètres cubes*) atmosphärischer Luft, und einen Kubikzoll (20 *centimètres cubes*) Blätter. Diejenigen, welche nicht fleischig waren, füllten bey diesem Volumen fast den ganzen Raum des Rezipienten aus. Ich war genöthigt, sie vier und zwanzig Stunden lang in der Dunkelheit im Experimente zu unterhalten, weil mehrere von ihnen in einer kürzern Zeit, unter dem Volumen, was sie einnahmen, keine genug bemerkbaren Wirkungen hervorgebracht haben würden, so dass man sie durch genaue Messung hätte bestimmen können. Ich muss bemerken, dass sie durchaus nicht welk wurden, oder, dass sie nichts von ihrem frischen Anstande bey diesen Versuchen verloren haben, die unter einer Temperatur von funfzehn bis sechszehn Grad des Reaumur. Thermometers angestellt wurden.

Die in diesen Tabellen angegebenen Zahlen sind auf das Volumen der Blätter, welches als Einheit an-

genommen wurde, zurükgebracht. Ich verstehe daher, wenn ich durch die Zahl 5,5 die Menge des durch Eichenblätter verzehrten Sauerstoffgases angebe, dass diese binnen vier und zwanzig Stunden fünf und ein halb mal ihr Volumen von Sauerstoffgas entweder durch Einathmen, oder durch die Bildung von freier Kohlensäure, zum Verschwinden gebracht haben. Bey jedem dieser Versuche haben die Einathmungen das Volumen der Blätter nicht merklich überstiegen, und in den meisten Fällen sind sie geringer gewesen.

Relative Quantitäten des durch verschiedene Blätter verzehrten Sauerstoffgases.

Erste Tabelle.

Blätter von immergrünenden Bäumen und Sträuchern.

Namen der Blätter.	Zeit des Versuches.	Menge des binnen 24 Stunden im Dunkeln verzehrten Sauerstoffgases, auf das Volumen der Blätter, das für 1 gerechnet ist, reduzirt.
Stechpalme. *Ilex Aquifolium.*	September.	0,86.
Buchsbaum. *Buxus sempervirens.*	September.	1,46.
Kirschlorbeer. *Prunus Lauro - Cerasus.*	Mai, neue Blätt. September.	3,2. 1,36.
Lau rustinus. *Viburnum Tinus.*	September.	2,23.
Epheu. *Hedera Helix.*	September.	1.
Sinngrün. *Vinca minor.*	Junius. September.	1,5. 0,93.
Fichte. *Pinus Abies.*	September.	3.
Hasenohr. *Bupleurum fruticosum.*	Mai.	4.
Sadebaum. *Iuniperus Sabina.*	Junius.	2,6.
Wachholder. *Iuniperus communis.*	Junius.	2,4.

Zweyte Tabelle.

Blätter von Bäumen und Sträuchern, die sich im Winter entlauben.

Namen der Blätter.	Zeit des Versuchs.	Menge des binnen 24 Stunden verzehrten Sauerstoffgases, auf das Volumen der Blätter, welches als Einheit angenommen ist, reduzirt.
Rothbuche. *Fagus sylvatica.*	August.	8.
Steinbuche. *Carpinus Betulus.*	Mai. September.	5. 6.
Eiche. *Quercus Robur.*	Mai. September.	5,5. 5,5.
Rosskastanie. *Aesculus Hippocastanum.*	September.	4,8.
Pappelbaum. *Populus alba.*	Mai. September.	6,2. 4,36.
Apricosenbaum. *Prunus armeniaca.*	September.	8.
Pfirschenbaum. *Amygdalus persica.*	Junius. September.	6,6. 4,2.
Wallnussbaum. *Juglans regia.*	Mai. September.	6,6 4,4.
Platanus. *Platanus occidentalis.*	September.	3.
Acacienbaum. *Robinia pseudo - Acacia.*	Mai. September.	5. 6,7.
Span. Hollunder. *Syringa vulgaris.*	Mai September.	3,36. 2,2.
Esche. *Fraxinus excelsior.*	Mai. September.	4,32. 3,71.
Birnbaum. *Pyrus.*	Mai. September.	5,2. 3,4.
Rose. *Rosa centifolia.*	Junius.	4,5.
Zahme Kastanie. *Fagus Castanea.*	Julius.	5,6.

Dritte Tabelle.

Blätter von krautartigen aber nicht im Wasser wohnenden Pflanzen.

Namen der Blätter.	Zeit des Versuchs.	Menge des binnen 24 Stunden im Dunkeln verzehrten Sauerstoffgases, auf das Volumen der Blätter zurükgebracht, welches als 1 gerechn. ist.
Kartoffel. *Solanum tuberosum.*	Septemb. vor dem Blühen.	2,5.
Kohl. *Brassica oleracea.*	Sept. junge Blätter Sept. alte Blätter.	2,4. 2.
Eiternessel. *Urtica urens.*	September.	2.
Bingelkraut. *Mercurialis annua.*	Sept. während der Blühezeit.	2,33.
Möhre. *Daucus Carota.*	Sept. während der Blühezeit.	1,9.
Bufbohne. *Vicia Faba.*	Vor dem Blühen. Währ. d. Blühez. Nach dem Blühen.	3,7. 2. 1,6.
Lilie. *Lilium candidum.*	Mai, v. d. Blühen. Sept., n. d. Blüthe.	0,66. 0,5.
Spanische Kresse. *Tropaeolum majus.*	Septemb. während der Blüthe.	3.
Fingerhut. *Digitalis ambigua.*	Julius.	2.
Rübe. *Brassica Rapa.*	September, in der Blüthe.	1,25.
Hafer. *Avena sativa.*	Junius, vor der Blühezeit.	2,7.
Weitzen. *Triticum aestivum.*	Mai, vor der Blühezeit.	5.
Erbse. *Pisum sativum.*	Mai, in der Blüthe.	3,72.
Raute. *Ruta graveolens.*	August.	2.

Vierte Tabelle.

Blätter von Sumpf - oder Wasserpflanzen.

Namen der Blätter.	Zeit des Versuchs.	Menge des binnen 24 Stunden im Dunkeln verzehrten Sauerstoffgases, auf das Volumen der Blätter, welches als Einheit angenommen ist, reduzirt.
Froschlöffel. *Alisma Plantago.*	August.	0,7.
Alant. *Inula dysenterica.*	September.	1,6.
Schootenweiderich. *Epilobium molle.*	Aug. während der Blüthe.	1,9.
Brunnenkresse. *Sisymbrium Nasturtium*	September.	1,6.
Flohknöterig. *Polygonum Persicaria.*	Septemb. in der Blüthe.	2.
Bachbungen. *Veronica Beccabunga.*	September.	1,7.
Hahnenfuss. *Ranunculus reptans.*	September.	1,5.
Rother Weiderig. *Lythrum Salicaria.*	Mai, vor dem Blühen.	2,3.
Dotterblume. *Caltha Palustris.*	Mai.	1.
Riedgras. *Carex acuta.*	Mai.	2,25.

Fünfte Tabelle.

Blätter von fleischigen Gewächsen.

Namen der Blätter.	Zeit des Versuchs.	Menge des in 24 Stunden im Dunkeln verzehrten Sauerstoffgases, auf das Volumen der Blätter reduzirt, welches zu 1 angenommen ist.
Hauslaub. *Sempervivum tectorum.*	Julius.	1.
Agave americana.	August.	0,3.
Sedum globosum.	September.	1,5.
Saxifraga Cotyledon.	September.	0,6.
Sedum reflexum.	Junius.	1,7.
Stapelia variegata.	Julius.	0,63.
Mesembryanthemum deltoides.	Julius.	1,7.
Cactus Opuntia.	August.	1.

§. 6.

Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffgases auf die Wurzeln der Pflanzen,

Die in der Dammerde vergrabenen Wurzeln sind nicht gänzlich des atmosphärischen Sauerstoffgases beraubt. Mann kann dessen eine gewisse Quantität aus den Wassern, die durch vegetabilische Erden durchgesiekert sind, mittelst eines einfachen Auskochens erhalten. Giesst man Wasser in eine auf der Oberfläche des Bodens gemachte Hölung, und sammelt die Luft, welche dasselbe durch das Eindringen in die Erde heraustreibt, so findet man zwar, dass diese weniger rein ist, als die atmosphärische Luft, allein dass sie immer noch einen ziemlich beträchtlichen Antheil Sauerstoffgas enthält: Hales hat dies schon gesagt; es schien mir indess interessant genug, zu untersuchen, ob die Berührung dieses Gases mit den Wurzeln der Vegetation nützlich sey, oder nicht.

Ich riss junge Rosskastanienbäume *), die ihrer Blätter beraubt waren, und deren jeder ohngefähr sechs und ein Drittel Quentchen (23 *grammes*) wog, aus. Ihre Wurzeln hatten eine Länge von zehn Zoll (2,5 *décimètres*) und die Stämmchen ohngefähr die nemliche. Ich brachte die Wurzeln eines Rosskastanienbaumes FG Fig. III. in einen Rezipienten von sechzig Kubikzoll (1,2 *litre*) Rauminhalt, durch den Hals E und lutirte den Stamm an dieser Stelle genau damit: nach-

*) *Aesculus Hippocastanum Linn.*

dem ich das Gefäss mit destillirtem Wasser gefüllt hatte, brachte ich durch dessen Oeffnung CD, gegen dreyssig Kubikzoll (594 *centimètres cubes*) Stikgas hinein, welches mit dem ganzen obern Theile der Wurzeln, deren Endspitzen in das Wasser H I tauchten, in Berührung kam: der Rezipient stand auf einer tiefen Schüssel voll Quecksilber. Ich richtete einen ähnlichen Apparat mit Wasserstoffgas vor, und noch einen andern mit kohlensaurem Gase, wovon ich jeden Tag wieder etwas zubrachte, weil es durch das Wasser H I zum Theil eingesogen wurde. Drey andere Rosskastanienbäume wurden auf eben diese Weise, abgesondert, mit atmosphärischer Luft aufgestellt.

Dienige Pflanze, deren Wurzeln mit dem kohlensauren Gase in Berührung stand, starb zuerst, nach sieben oder acht Tagen; die, deren Wurzeln mit dem Stikgas oder dem Wasserstoffgase in Berührung waren, kamen fast zu einerley Zeit, nach Verlauf von dreyzehn bis vierzehn Tagen um. Sie hatten während der ganzen Zeit ihrer Vegetation das Volumen ihrer Atmosphäre durch kohlensaures Gas vergrössert, welche sich, nach Abzug dieser Kohlensäure, nicht vermindert zeigte. Die Kastanienbäume, deren Wurzeln mit gemeiner Luft vegetirten, waren nach den drey Wochen, wo ich diese Versuche endigte, noch immer frisch. Ihre Wurzeln hatten das Volumen des luftförmigen Fluidums des Rezipienten vermindert, sey es nun durch Einsaugen des kohlensauren Gases, welches sie gebildet hatten, oder durch Eintränkung mit demselben durch Hülfe des Wassers H I. Das Stikgas dieser Atmosphäre hatte keine Verminderung erlitten.

Man kann daraus schliessen, dass die Berührung des Sauerstoffgases mit den Wurzeln der Vegetation vortheilhaft ist. Mehrere andere, wenn gleich weniger diess geradehin beweisende Beobachtungen, dienen dieser Behauptung zur Unterstützung.

1. Duhamel macht darauf aufmerksam (*Physique des arbres, Livre* 1. *chap.* 5.) „dass die Seitenwurzeln um so stärker und kräftiger sind, je näher sie der Oberfläche der Erde stehen, so dass, wenn man in einerley (homogenen) Boden, beym Pflanzen eines Baumes mehrere Wurzelfächser erhält, derjenige fast immer der kräftigste seyn wird, welcher sich am nähesten an der Erdoberfläche befindet, in Verhältniss zu dem tiefer eingegrabenen." Sieht man nicht gleich ein, dass diess daher kommt, weil der letztere Fächser mit der atmosphärischen Luft in geringerer Berührung steht, als der erstere? Man möchte vielleicht glauben, es geschähe darum, weil die obern Wurzeln mehr Nahrungsstoffe an der Oberfläche des Bodens fänden *); die nachfolgende Beobachtung zeigt aber, dass man die angegebene Wirkung nicht dieser Ursache allein zuschreiben kann: häuft man nemlich irgend eine Erde auf die Wurzeln, und um einen Baum herum, der sich in einem guten Boden wohl befindet, an, so leidet dieser Baum dadurch. Geht er nicht zu Grunde,

*) *In sofern die atmosphärische Luft den Wurzeln des Baumes nützlich ist, dient sie ihm wirklich als Lebensunterhalt und Nahrung. Es liegt daher ein kleiner Wiederspruch hierin, wenn unser Verfasser den letztern Grund nicht gelten lassen will, da beyde Erklärungsursachen auf eines hinauslaufen.*
A. d. Ueb.

so faulen doch wenigstens seine untern Wurzeln, obgleich sie in einen bessern Boden gepflanzt sind, und es sprossen in der frisch zugehäuften Erde neue über den ältern hervor. Es ist überflüssig noch von den Vortheilen zu reden, die man dabey findet, wenn man die Oberfläche eines, der Vegetation dienenden Bodens wieder öffnet, oder aufhebt.

2. Die Pfahlwurzelgewächse, von ihrem Bau also genannt, da sie dicke senkrechte und fast von allen Seitenfasern befreyte Wurzeln besitzen, gedeihen, bey übrigens ganz gleichen Umständen, besser in einem trockenen als in einem feuchten Boden, und wiederum besser in einer lockern, als in einer festen Erde: wahrscheinlich weil diese Wurzeln, welche im Verhältniss zu ihrer Masse wenig Oberfläche darbieten, mehr Berührung mit dem Sauerstoffgase verlangen, als dünne, die selbst in einem derben Boden dieselbe noch erhalten können.

3. Wurzeln von Bäumen, welche sich in Düngerhaufen (Misthaufen), in Schlamm, oder in Wasserkanäle verlaufen, theilen sich allda ins Unendliche, und bilden Fuchsschwänze, weil sie nicht anders wachsen können, als in wiefern sie ihre Endpunkte vervielfältigen, um sie mit der sehr geringen Quantität von Sauerstoffgas, die sie in diesen Aufenthaltsörtern vorfinden, in Berührung zu bringen *).

4. Ein Gewächs, dessen Wurzeln plötzlich durch ein stehendes Wasser untergetaucht werden, leidet

*) *Dieser Umstand wirkt zwar mit, aber nicht einzig und allein. Siehe die Zusätze.*

A. d. Ueb.

dadurch weit früher, als wenn es diesen Zufall durch ein fliessendes Wasser erlitten hätte. Das Sauerstoffgas des stillstehenden Wassers wird bald erschöpft seyn, das des fliessenden Wassers versiegt nie. Ich muss bemerken, dass die stehenden Wasser den Vegetabilien nützlicher sind, als das reine Wasser, wenn sie dieselben durch eine Bewässerung erhalten, die mit Sauerstoffgas vergesellschaftet gewesen. Man kann aus letztern Beobachtungen abnehmen, dass der grösste Theil der Vegetabilien in einem zu feuchten Boden leidet, nicht blos darum, weil ihnen das Wasser als Nahrungsmittel im Uebermaasse gereicht wird, sondern auch deswegen, weil ihre Wurzeln fast in gar keine Berührung mit der äusseren Luft kommen.

Einige Schriftsteller haben geglaubt, dass die Aufgüsse oder Infusionen von Dammerde oder Misthaufen an und für sich selbst der Vegetation nicht als Nahrungsmittel dienten, weil die Pflanzen die sie ausgerissen, und mit den Wurzeln in diese Flüssigkeiten getaucht hatten, nicht so gut darinne fortgekommen waren, als in reinem Wasser. Ich zweifle aber sehr an der Wahrheit dieser Beobachtung, die ganz in ihrer Allgemeinheit genommen ist. Wenn die Infusionen sehr wenig gesättigt sind, oder sich dem Quellwasser nähern, so unterhält sich die Vegetation besser darinne, und die Pflanzen nehmen mehr an Gewichte zu, als in destillirtem oder filtrirtem Regenwasser. Ich habe die sehr genauen in dieser Rüksicht von Woodward angestellten Versuche wiederholt, und meine Resultate sind den seinigen ähnlich gewesen. Die widersprechenden Beobachtungen wurden mit wenig Genauigkeit und mit Infusionen vorgenommen,

die mehr gesättigt waren als solche, die man mit Hülfe des Druckes aus einer fruchtbaren von Natur angefeuchteten Pflanzenerde herausziehen kann. Sie hätten aber mit noch weit mehr verdünnten Auflösungen, als diese letztern sind, angestellt werden sollen, weil die Zwischenräume der Erde noch Luft zu den Wurzeln dringen lassen, während dass unsere gänzlichen Eintauchungen das Sauerstoffgas, welches sich durch die Dazwischenkunft des destillirten Wassers, oder einer wenig gesättigten Infusion den Wurzeln hätte mittheilen können, durch die Extractivstoffe einer näher zusammengebrachten, stärkern Infusion gänzlich verzehrt wird.

§. 7.

Von den Veränderungen welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit den Wurzeln erleidet.

Setzt man unter einen mit Quecksilber verschlossenen und mit atmosphärischer Luft gefüllten Rezipienten, eine gesunde von ihrem Stengel befreyte Wurzel, die eine hinlänglich starke Vegetationskraft besitzt, um sich nicht daselbst durch die Fäulniss zu zersetzen, so vermindert sie das Volumen dieser Luft, indem sie Sauerstoffgas zu absorbiren scheint; ausserdem bildet sie noch mit dem sie umgebenden Sauerstoffgase kohlensaures Gas. Aber wie gross auch die Capazität des Rezipienten, und die Dauer des Versuches seyn mag, so bleibt die Quantität von Sauerstoffgas, die durch die Wurzel absorbirt zu seyn scheint, immer unter dem Volumen der letzteren,

Eine also gesättigte und unmittelbar in einen andern mit atmosphärischer Luft angefüllten Rezipienten gebrachte Wurzel ändert ihr Volumen nicht mehr, sondern sie bildet blos kohlensaures Gas mit der umgebenden Sauerstoffluft; lässt man sie aber in der Zwischenzeit, da man sie in das andere Gefäss bringen will, einige Zeit lang der freien atmosphärischen Luft ausgesetzt, so absorbirt sie unter dem Rezipienten eine Quantität von Sauerstoffgas, die der gleich kommt, womit sie sich beym erstern Versuche vollgeladen hatte.

Eine frisch ausgerissene Möhrenwurzel, hat in vier und zwanzig Stunden einmal so viel als ihr Volumen betrug, Sauerstoffgas verzehrt, und nur den hundertsten Theil dieser Quantität in sich eingesaugt.

Eine Kartoffel hat in derselben Zeit 0,4 ihres Volumens an Sauerstoffgas verzehrt; sie schien dessen 0,08 ihres Volumens einzuschlucken Eine Lilienzwiebel mit ihren eigentlichen Wurzeln verzehrte 0,39 ihres Volumens an Sauerstoffgas; sie saugte 0,19 Theile davon, ihrem Volumen nach, ein.

Eine Rübe verzehrte beständig in derselben Zeit einmal ihr Volumen von Sauerstoffgas; die Absorption betrug den vierten Theil dieser Quantität.

Die Unmöglichkeit, in welcher sich eine Wurzel befindet, unter einem Rezipienten, aus den man sie nicht herausthut, mehr als ihr Volumen an Sauerstoffgas zu verzehren, und die Fähigkeit, die sie erlangt, dessen eine neue Quantität zu absorbiren, wenn man sie der freien Luft aussetzt, beweisen, dass dieses Organ sich nicht auf eine permanente Weise das Sauerstoffgas, welches von ihm eingesaugt wird, aneignet,

sondern dass es von ihm blos in kohlensaures Gas verwandelt wird, welches die freie atmosphärische Luft im Verhältnisse ihrer Verwandschaft zu diesem sauren Gase, ihm wieder zu rauben im Stande ist.

Die Wurzeln verhalten sich sowohl im Sonnenlicht als im Schatten fast ganz auf die nemliche Weise, wie die Blätter, welche in der Dunkelheit vegetiren, blos die Einathmungen der ersteren sind weit weniger bemerkbar, weil die Wurzeln den Tag über kein kohlensaures Gas zerlegen, und daher niemals ganz davon befreyt sind.

Bey den Versuchen die ich bis jetzt erzählt habe, waren die Wurzeln ihrer Stengel beraubt; man erhält aber sehr verschiedene Resultate, wenn sie damit versehen bleiben, und man den Versuch so vorrichtet, dass die Wurzel in einen Rezipienten voll atmosphärischer Luft eingesperrt wird, während der Stengel und die Blätter in der freien Luft bleiben. Die Wurzeln scheinen alsdann ihr Volumen an Sauerstoffgas mehreremal zu absorbiren. Ich habe zu dieser Erscheinung folgenden Apparat eingerichtet, und mich des *Wasserknöterichs* (Polygonum amphibium L.) oder des *Flohknöterich* (Polygonum Persicaria L.) dabey bedient. Ich glaube dass es nichts gewöhnliches ist, Pflanzen zu finden, die durch ihre Länge, die Biegsamkeit ihrer Stengel, und ihre Vegetationskraft sich dieser Vorrichtung unterwerfen; denn man muss soviel als möglich, alle Verkittung weglassen; sie hält niemals so fest und schliesst mit Genauigkeit bey den Vegetabilien, deren Stengel immer mehr oder weniger einer Zusammenziehung oder Erweiterung fähig sind.

Ich brachte auf die Brücke (das Queerbret) eines Quecksilberbades C D Fig. IV., einen engen Rezipienten AB voll atmosphärischer Luft; ich liess auf die Oberfläche des in dem Rezipienten enthaltenen Quecksilbers H I eine Lage Wasser F G von sechs bis sieben Linien Höhe hineingehen, und brachte dann endlich durch das Quecksilber hindurch die Wurzel E K des *Knöterichs* L M, in den Rezipienten hinein: die Lage Wasser, welche die Pflanze nährte, war bald von derselben eingeathmet; hierauf brachte ich denn mehrere Tage hintereinander eine neue Quantität von dieser Flüssigkeit in den Rezipienten; ich sahe die in dem Gefässe enthaltene atmosphärische Luft nach und nach durch das in die Höhe Steigen des Quecksilbers in der Glocke sich vermindern. Als alles zugebrachte Wasser absorbirt worden war, und nachdem sich die Luft des Rezipienten in einer neun bis zehnmal dem Volumen der Wurzel gleichen Quantität vermindert hatte, endigte ich den Versuch, und fand, dass das Stikgas nicht eingesaugt worden, und das Sauerstoffgas allein, im Verhältniss der Verminderung des Luftvolumens verschwunden war.

Dieses Gas war dem Gewächse nicht assimilirt worden, es wurde aber durch die Blätter in die Atmosphäre zurükgeführt; denn ich sah, dass, als ich einen ganzen Knöterich, mit Blättern und Wurzeln unter einen Rezipienten voll gemeiner Luft brachte, doch so, dass die Wurzeln nur mit ihren äussersten Endspitzen in das in dem Rezipienten enthaltene Wasser hineinreichten, und mit dem grössten Theile ihrer Oberfläche die Berührung der atmosphärischen Luft, in der sie sich eingeschlossen fanden, genossen, dass

sich das Sauerstoffgas nun nicht mehr verringerte, weil die Blätter von der einen Seite wieder ersetzten, was die Wurzeln von der andern Seite eingesaugt hatten. Bey diesen Versuchen nahm die Pflanze nicht mehr als etwa den dreyhundersten Theil ihrer Atmosphäre ein.

Bringt man in einen genau verschlossenen und mit atmosphärischer Luft erfüllten Ballon, das Ende eines belaubten Zweiges, welches ohngefähr den vier- oder fünfhundertsten Theil des Rauminhaltes der Glaskugel einnimmt, und seine Wurzeln in der vegetabilischen Erde hat, (Fig. VIII.); so verbessert dieser Zweig seine Atmosphäre, nach Verlauf von vierzehn Tagen oder drey Wochen sehr merklich; ist aber die nemliche Pflanze ganz, mit ihren Wurzeln in einen Ballon eingeschlossen, so findet diese Umänderung nicht mehr so statt, dass man sie schätzen könnte.

Stellt man mit Genauigkeit über den Einfluss, den die Pflanzen mit Hülfe des reinen Wassers auf die sie umgebende Atmosphäre ausüben, Untersuchungen an, so ist es nöthig, wie ich solches in der ersten Figur (Fig. I.) angezeigt, dass die Wurzeln dieser Pflanzen nicht in das Wasser B D, welches zu ihrer Sperrung dient, eingetaucht seyen; denn wenn diese Wassermenge (Fig. II.) beträchtlich ist, und man sie oft erneuert, so erhält man ähnliche Resultate, wie bey einem Zweige (Fig. VIII.) der seine Wurzeln in der Dammerde hat. Die Atmosphäre liefert dem Wasser und dieses den Wurzeln eine unbestimmte Quantität von Sauerstoffgas, welches sich zum Theil durch die Blätter in den Rezipienten wieder frey macht.

Im allgemeinen entspringt aus diesen Beobachtungen, dass sich das Sauerstoffgas den Wurzeln nicht unmittelbar assimilirt, sondern dass es mit ihrer Substanz kohlensaures Gas bildet, welches sie absorbiren, und das durch die Blätter dann ferner ausgearbeitet wird.

§. 8.

Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch die holzigen Stengel erleidet.

Ich brachte im Frühjahre holzige Zweige, gerade zu der Zeit ehe ihre Knospen aufbrechen wollten, unter einen Rezipienten voll gemeiner Luft (man sehe den Apparat Fig. V.). Die eine ihrer Extremitäten ward in eine kleine Portion Wasser gestellt, um sie zu ernähren, und sie belaubten sich allda wie in der freien Luft. Sie konten aber unter einem Rezipienten mit Stikgas oder Wasserstoffgas erfüllt, nicht das nemliche hervorbringen; sie verfaulten darinne, indem sie Stikgas und Kohlensäure verbreiteten, ohne irgend ein Zeichen des vegetabilischen Lebens von sich zu geben. Die holzigen, entblätterten, und auf die eben angeführte Art vorgerichteten Stengel verderben die gemeine Luft, sowohl im Schatten als im Sonnenscheine, ohne das Volumen dieser Atmosphäre, das des Stengels ausgenommen, zu verändern, sie ersetzen das Sauerstoffgas, welches sie zum Verschwinden bringen, beständig durch eine gleiche Quantität von kohlensaurem Gas; sie eignen sich daher kein Sauerstoffgas an. Ihre grünen Theile assimiliren dessen ohne Zweifel eine kleine Portion im Sonnenlichte, indem sie das

kohlensaure Gas, welches sie selbst erst mit der umgebenden Sauerstoffluft gebildet haben, wieder zersetzen; diese Wirkung ist aber bey dergleichen Versuchen nicht bemerkbar.

Zweige der *Weide* (Salix alba) des Eichenbaumes (Quercus Robur) des schwarzen Pappelbaumes (Populus nigra) der Steinbuche (Carpinus Betulus) von ein bis drey Linien Dicke (7 *millimètres*) verzehrten im Frühjahr und im Sommer binnen vier und zwanzig Stunden eine Quantität von Sauerstoffgas, die zum wenigsten der Hälfte, und höchstens der ganzen Grösse ihres Volumens, gleich kam. Birnbäume und Aepfelbäume verbrauchten, unter gleichen Umständen, ihr Volumen drey bis viermal.

Die holzigen entblätterten Stengel bieten die Erscheinung einer Einathmung von Sauerstoffgas in der Finsterniss dar, und ohne Zweifel, nach dem Verhältnisse der grünen in ihrer Rinde enthaltenen Substanz, auch das der Aushauchung im Sonnenscheine. Dieses Ausathmen ist in der atmosphärischen Luft durch eudiometrische Untersuchung nicht bemerkbar, weil sie mit dem umgebenden Sauerstoffgase mehr kohlensaures Gas in der Sonne als im Schatten bilden, und weil ihre grünen Theile nicht genug Oberfläche darbieten, um alle das kohlensaure Gas, was sie in der Sonne bereiten, zu entmischen. Man sieht indessen sehr gut die Atmosphäre dieser Zweige sich bey Nachtzeit vermindern, und im Licht ihr erstes Volumen wieder einnehmen.

Die holzigen Stengel ersetzen das Sauerstoffgas, was sie verzehren, nicht mehr durch ein gleiches

Volumen von Kohlensäure, wenn die Pflanze ihre Wurzeln im Boden hat, ihre Blätter in der freien Luft und ihren Stengel allein in einer Atmosphäre von gemeiner Luft eingeschlossen, wie man solches in den Vorrichtungen Fig. VI. und VII. sehen kann, welche durch Kitt und Quecksilber verschlossen worden. Das kohlensaure Gas, welches der Zweig in seiner Atmosphäre zurüklässt, findet sich in einer unbestimmten Menge unter der von Sauerstoffgas, was sie verzehrt hat. Dieses kohlensaure Gas, was zu fehlen scheint, verfolgt den Lauf des Zweiges c a d, um durch dessen Blätter in der freien Luft zersetzt zu werden. Ich will zu der genauern Auseinandersetzung eines dieser Versuche übergehen.

Ich kittete (Fig. VI.) zu Anfang des Monats Julius um sieben Uhr des Morgens das Ende eines Apfelbaumzweiges, den ich seiner Blätter und der übrigen Verästelungen, die blos krautartiger Natur waren, beraubt hatte, an die Oeffnung a der Röhre a b an, deren Oeffnung e unter Quecksilber stand. Dieser Zweig hatte zwey Linien (5 *millimètres*) bey seinem Durchschnitte e im Durchmesser, und nahm im Apparat einen Raum von 0,1 Kubikzoll (2 *centimètres cubes*) ein, die Röhre selbst befasste 6,3 Kubikzoll (125 *centimètres cubes*) atmosphärische Luft, in ihrer Abtheilung a b; denn ich liess das Quecksilber in der Röhre bis auf b heraufsteigen, so dass die eingeschlossene Luft sich in dem nemlichen Zustande des Drucks befand, wie die äussere.

Zwey Stunden nach Untergang der Sonne hatte sich das Quecksilber nach allen angebrachten Correktionen um ein und eine halbe Linie ($3\frac{1}{2}$ *millimètres*(

in das innere der Röhre erhoben. Dieses Aufsteigen correspondirte ohngefähr der Hälfte des Volumens des Zweiges. Den folgenden Morgen, bey Anbruch des Tages, war das Quecksilber ein wenig gefallen, und zwey Stunden nach Sonnenaufgang hatte die Luft das Volumen, was sie vor dem Anfange des Versuches gehabt hatte, wiederum erlangt: diese Luft enthielt $\frac{3}{100}$ Kohlensäure, und nach Abzug derselben $\frac{13}{100}$ Sauerstoffgas. Der Zweig hatte daher in vier und zwanzig Stunden fünfmal und ein Drittel sein Volumen an Sauerstoffgas verzehrt *h*). Er ersetzte es kaum durch dreymal so viel als sein Volumen austrug freies kohlensaures Gas, und erzeugte eine grosse Quantität Stikstoffgas, welches verhinderte, dass durch die Einsaugung der Kohlensäure oder des Sauerstoffgases irgend eine Veränderung des Volumens statt gehabt hätte. Ich werde bald auf diese Erzeugung, die ein nothwendiges Resultat der Vorrichtung des Apparates ist, zurückkommen.

Als ich den Versuch acht und vierzig oder sechs und neunzig Stunden verlängerte, wurden die Wir-

h) Ein Zweig von denselben Dimensionen, wie der vorhergehende, wurde von diesem Apfelbaume getrennt oder abgeschnitten, und vier und zwanzig Stunden lang unter einen Rezipienten, der mit Quecksilber verschlossen war, auf die nemliche Art, wie der, welcher noch mit dem Boden zusammenhieng, gebracht; er brachte viermal sein Volumen an Sauerstoffgas zum Verschwinden; er ersetzte es durch viermal sein Volumen kohlensaures Gas. Er erzeugte kein Stikgas. Es geht aus diesen beyden Versuchen hervor, dass der mit dem Boden in Verbindung stehende Zweig mehr Sauerstoffgas verzehrt, als der, welcher von ihm getrennt ist.

kungen auch verdoppelt und verdreyfacht; es ist daher kein Zweifel übrig, dass die eingeschlossene Portion des Zweiges unbestimmt das kohlensaure Gas, was sie erzeugt, wieder absorbirt; aber bey allen diesen Versuchen, sie mochten auch noch so weit verlängert werden, stieg das Quecksilber niemals höher als anderthalb Linien, und stieg den folgenden Tag immer wieder zurük, da wo es gestern gestanden hatte. Ich wiederholte diese Versuche bey Myrthen und *Heckenkirschen* *), wo ich die nemlichen Resultate erhielt. Ich richtete den Apparat dazu, wie man bey Fig. VII. sieht, ein.

Ich stellte die nemlichen Versuche Fig. VI. an, wo ich eine Röhre, die eine Säule von atmosphärischer Luft von fünf Zoll (1,4 *decimètre*) Höhe enthielt, mit Wasser sperrte. Nach Verlauf von drey oder vier Tagen stieg das Wasser einen Zoll (2,7 *décimètres*) in das Innere der Röhre herauf. Bey Verlängerung des Experimentes, konnte es nicht weiter zum Steigen gebracht werden. Als die in der Röhre zu dieser Zeit enthaltene Luft geprüft wurde, enthielt sie (ausgenommen zwey bis drey Hunderttheile kohlensaurem Gas) fast nichts als Stikluft. Die Luft hatte daher dieselbe Verminderung an Volumen erlitten, als wenn sie der Einwirkung eines hydrosulfure unterworfen gewesen wäre. Sie hatte gar kein Stikgas hervorgebracht. Hales hat diesen letztern Versuch angestellt *i*) und dieselben Resultate daraus erhalten; sie beweisen aber

*) *Lonicera Xylosteum* L.

i) Statik der Gewächse S. 130.

für die Materie, mit der wir uns hier beschäftigen, gar nichts, weil die erzeugte Kohlensäure durch das Wasser absorbirt worden, und daher mit dem Sauerstoffgase welches zu gleicher Zeit verschwindet, nicht verglichen werden kann.

Dieser berühmte Physiker hatte eine Meynung, welche bestritten werden muss; er glaubte nemlich, dass die holzigen Zweige den Tag über viel Luft einsaugten, und selbige die Nacht hindurch wieder ausathmeten *k*). Er löthete, wie bey dem Versuche Fig. VI., die entlaubte Extremität eines Apfelbaumzweiges an die Oeffnung a der Röhre a e; hier füllte er aber die Röhre gänzlich mit Wasser an, und tauchte ihre untere Oeffnung unter Quecksilber. Der Zweig, indem er sogleich das Wasser einsaugte, machte das Quecksilber mehrere Zoll über seinen Niveau steigen. Dieses Aufsteigen liess aber bald nach, weil sich von dem eingeschlossenen Zweige Luftbläschen losrissen, welche ein weiteres in die Höhe Steigen verhinderten. Diese Luft kam, (und der Verfasser hatte es anderswo richtig gesehen) von der atmosphärischen Luft her, die von d nach c durch das Saugen oder den leeren Raum hereingebracht, die Erhöhung des Quecksilbers in der Röhre zu bewirken suchte, da selbige durch das poröse Holz des Zweiges nur unvollkommen verschlossen war. Er bemerkte, dass sich das Quecksilber den Tag über erhob, und während der Nacht senkte; und hier bey dieser Gelegenheit brachte er seine Meinung über das tägliche Einathmen und nächtliche Ausathmen der Stengel zum Vorschein. Er legte der Ve-

k) Statik der Gewächse S. 76 und 77.

getation aber mit Unrecht eine Eigenschaft bey, die der Zurichtung seines Apparates und dem grössern und geringern Saugen von Wasser den Tag über und zur Nachtzeit untergeordnet, oder zugeschrieben werden musste.

Wenn der Baum den Tag hindurch durch seine Blätter ausdünstete, so übertraf die Menge des von dem Zweige eingesaugten Wassers das Volumen der atmosphärischen Luft, welche sich von d nach c in die Röhre hineinschlich, und diese Luft gieng da wieder hinaus, wo sie hereingekommen war, das heisst, durch die Poren des Holzes. Wenn die Nacht hindurch die Ausdünstung geringer oder ganz aufgehoben war, so war es das Einsaugen ebenfalls, und die Luft, welche nun in einem um so grössern Maasse in den Apparat hereindrang, je weniger das Wasser angezogen wurde, brachte das Quecksilber zum Sinken.

Diese Dinge verhalten sich fast auf die nemliche Weise, wenn die Röhre mit atmosphärischer Luft angefüllt ist; die Resultate sind hier aber für das Auge fast unmerklich, da der Zweig das kohlensaure Gas mit weit mehr Langsamkeit athmet, als das Wasser. Kaum hat er, wenn er eine Quantität dieser Kohlensäure angesaugt hat, das Quecksilber um ein und eine halbe Linie über seinem Niveau zum Heraufsteigen gebracht, so zieht letzteres im Apparate die atmosphärische Luft, deren Sauerstoffgas der Zweig verzehrt, wieder an, und lässt nichts als Stikgas zurük. Diess ist auch der eigentliche Grund, der die Entstehung des letztern Gases beym vorigen Versuche erklärt.

Es hat sich in einer (Luftsäule von fünf Zoll 1,4 *décimètres*) Höhe, die durch Wasser verschlossen

war, kein Stikgas gebildet, weil eine Wasserhöhe von einem Zoll (2,7 *décimètres*) nicht hinreicht, um die atmosphärische Luft zum Eindringen in den Apparat zu bewegen. Ist aber die Wassersäule höher, so bringt sie die nemlichen Wirkungen hervor, wie das Quecksilber.

Ich kittete das äusserste Ende eines Apfelbaumzweiges an eine Röhre a e Fig. VI., die bis oben an voll Quecksilber war, und tauchte diese Röhre in ein Quecksilberbad, tief genug, um den verkitteten Hals a gänzlich zu bedecken, und hier brachte der Zweig in vier und zwanzig Stunden keine Luft, weder in der Sonne noch im Schatten, hervor. Als ich aber das äussere Quecksilberbad tiefer brachte, bewirkte ich dadurch, dass der Zweig eine Quecksilbersäule von zehn Zoll (2,7 *décimètres*) Höhe tragen musste, und dann brachte er, vorzüglich durch seinen Querschnitt c eine unendliche Menge von Luftbläschen hervor, welche das Quecksilber binnen vier und zwanzig Stunden um drey bis vier Zoll (ohngefähr einen Dezimeter) zum Fallen brachten. Nach Verlauf von sechzig Stunden sank es à niveau mit dem im äussern Gefässe enthaltenen. Die hervorgebrachte Luft enthielt $\frac{86}{100}$ Stikgas, $\frac{9}{100}$ Sauerstoffgas und $\frac{5}{100}$ Kohlensäure; als ich aber die Quantität von Sauerstoffgas berechnete, welche der Zweig im Apparat verzehrt hatte, schien es mir, als wenn die erzeugte Luft bey ihrem Ursprunge den nemlichen Grad von Reinheit als wie die atmosphärische, haben müste.

Ich setzte acht Tage hintereinander, dem Sonnenschein, einen jungen Apfelbaum mit Blättern, Stamm und Wurzeln, unter einem Rezipienten aus, der mit

atmosphärischer Luft erfüllt war; er veränderte seine Atmosphäre nicht merklich. Das Sauerstoffgas, welches die Aeste sich bey einigen der vorhergehenden Versuche zu assimiliren schienen, hat daher in dem Innern des Gewächses zirkulirt, um durch die Blätter wieder ausgehaucht zu werden.

Ich zog den in den Apparaten Fig. VI. und Fig. VII. enthaltenen Zweigen, die Rinde ab; sie absorbirten und zersetzten durch ihre Blätter das kohlensaure Gas, was sie hervorgebracht hatten, eben so. Stellte ich diesen Versuch unter einem Rezipienten an, und mit Zweigen, die, wie bey Fig. V., abgeschnitten waren, so liessen sie in dem Gefässe eine Quantität von kohlensaurem Gas zurük, die aufs Haar der des Sauerstoffgases gleich kam, welches durch sie zum Verschwinden gebracht worden war, und sie brachten die nemlichen Erscheinungen bey gleichem Volumen und Oberfläche in einer ein oder zweymal geringern Zeit zu wege, als das noch mit seiner Rinde versehene Holz. Die Härte, welche die von ihrer Rinde befreiten Bäume erlangen, muss daher nicht, wie mehrere Schriftsteller geglaubt haben, der Absorption von Sauerstoffgas durch das Holz beygeschrieben werden, sondern sie entsteht vielmehr, wie ich solches in der Folge zeigen werde, aus einem Ueberfluss an Kohlenstoff.

Bey Anstellung dieser Versuche habe ich das Holz, zumal von Eichen, was anfangs ganz weiss war, sich in Zeit von wenigen Stunden dunkelgelb oder braun färben sehen. Diese Färbung war, wie auch andere beobachtet haben, im Sonnenscheine stärker als im Schatten. Die Verwandlung von Sauerstoffgases in koh-

lensaures durch das geschälte Holz, gieng im Lichte auch weit schneller von statten, als in der Dunkelheit.

Brachte ich frisches und eben erst von seiner Rinde befreites Eichenholz im Sonnenlichte unter Stikgas oder unter Wasser, so behielt es seine ganze weisse Farbe, das nemliche Holz färbte sich aber auf der Stelle im Sonnenlichte, wenn ich es unter Rezipienten voll gewöhnlicher Luft brachte. Diese Färbung ist daher das Resultat der Berührung des Holzes mit dem Sauerstoffgase; sie beruht, wie BERTHOLLET meynt (*Art. de la teinture vol. I. pag.* 48) *) auf einem Niederschlag des Kohlenstoffes und einer Bildung von Wasser. Aber diese Bildung kommt nicht daher, dass sich das atmosphärische Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffe des Holzes verbindet. Die Erklärung würde der Erfahrung zuwider seyn, welche beweist, dass sich das verzehrte Sauerstoffgas in einer streng eben so grossen Quantität in dem erzeugten kohlensauren Gase wiederfindet. Der Niederschlag von Kohlenstoff kommt daher, dass das Holz, indem es eine kleine Quantität seines Kohlenstoffs durch das Sauerstoffgas, welches ihm dasselbe raubt, verliert, zugleich auch seinen Sauerstoff und seinen Wasserstoff in weit beträchtlichern Verhältnisse (siehe IVtes Capitel §. 3.) unter der Gestalt von Wasser einbüsst. Die Abwesenheit der letztern Stoffe lässt alsdann in dem holzigen Rükstand einen Ueberschuss von Kohlenstoff zurük.

Herr SENEBIER hat eine Beobachtung gemacht, welche mit meiner eben erzählten einige Aehnlichkeit zeigt. Er sahe, dass die grüne Tinktur der Blätter,

*) *Berthollet's Färbekunst S.* 51.

mit Weingeist präparirt, in der Sonne nicht eher gelb wird, als wenn sie mit Sauerstoffgas in Berührung tritt. (*Physiologie végétale T. III. p. 144.*)

§. 9.

Von den Veränderungen welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit den Blüthen erleidet.

Die Blüthen, selbst die der Wasserpflanzen, entwickeln sich nach meinen Versuchen in reinem Stikgase nicht. Ihre Knospen, bereit sich aufzuschliessen, bleiben darinn wie gelähmt, und die aufgeblühten sowohl als die nicht entfalteten Theile faulen schneller in ihr als in einem Rezipienten mit gemeiner Luft. Blumen, welche, wie weisse Lilien oder gefüllte Rosen, in vier und zwanzig Stunden unter einem mit gemeiner Luft angefüllten Rezipienten den siebenten oder achten Theil der Atmosphäre, die sie umgab, verdrängen konnten, ohne selbst verdorben zu werden, haben das Sauerstoffgas, was sie zum Verschwinden brachten, durch eine Quantität kohlensaures Gas ersetzt, das Volumen der Blume ausgenommen. Ich sage: das Volumen der Blume ausgenommen, weil diese in ihrem fleischigen Gewebe eine Quantität Kohlensäure, geringer als ihr Volumen, zurükhielt. Als aber die Blume unmittelbar darauf unter einen andern Rezipienten mit gemeiner Luft gebracht wurde, nahm sie diese Einsaugung nicht mehr vor. Ich komme nicht wieder auf die Erklärung dieser Beobachtung zurük.

Es ist ein seltener Fall, dass frisch gepflükte und in ein mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft gefülltes Gefäss gestellte Blumen das Volumen dieser Atmosphäre merklich verändern, weil sie das kohlensaure Gas, welches sie absorbiren, fast gänzlich durch Stikgas wieder ersetzen. Sie weichen in dieser Hinsicht von andern Theilen der Gewächse ab, welche beym vegetiren in der Dunkelheit weit weniger Stikgas aushauchen, und folglich fast immer das Volumen der sie umgebenden Luft vermindern.

Möchte die Erzeugung des Stikgases in der Dunkelheit durch Blumen, die dabey nicht zu leiden scheinen, nicht mit der ihrer Gerüche in Verbindung stehen? Selbst wenn man fände, dass dieses Gas von sehr stark riechenden Blumen eben so häufig, als von weniger duftenden hervorgebracht wurde, so würde dies doch nichts gegen diese Vermuthung beweisen, weil es möglich seyn könnte, dass nicht von allen Blumen die geistigen Ausdünstungen unsern Geruchsorgan affizirten. Es ist zu bedauern, dass ihr Reich von so kurzer Dauer ist, und dass man die Versuche mit ihnen nicht gut über sechs und dreyssig Stunden lang fortsetzen kann, ja, dass man endlich nicht auch befürchten dürfte, dass die nicht zu berechnende Störung einer so zarten Organisation nicht auf die Resultate ihren Einfluss habe.

In den Versuchen, die ich jetzt erzählen will, scheinen die Blumen nicht die geringste Veränderung zu erleiden; sie verloren nichts von ihrer Frische oder ihrem Anstand. Diejenigen, welche noch im Knospenzustande waren, blüheten unter dem Rezipienten auf. Sie waren mit ihren grünen Theile versehen, wenn

es unmöglich war, dieselben zu entfernen; sie waren aber im Verhältniss zu dem Volumen der Blumenblätter zu klein, als dass sie einen merklichen Einfluss auf die Untersuchungen, die ich mit Rosen, Lilien, Levkojen, indianischer (spanischer) Kresse *) und den Kätzchen des Kastanienbaumes (Fagus Castanea L.) anstellte, hätten ausüben können. Die weissen Lilien verzehrten im Schatten, binnen vier und zwanzig Stunden, in gemeiner Luft unter einem mit Quecksilber verschlossenen Rezipienten einmal ihr Volumen an Sauerstoffgas. Sie standen dabey in einer Temperatur von + 17 Grad des Reaumur'schen Thermometers. Sie absorbirten funfzehn Hunderttheile von jenem Gas, und ersetzten es, durch funfzehn Hunderttheile ihres Volumens Stikgas.

Man wird nach diesen Auseinandersetzungen folgende Angaben verstehen:

*) *Tropaeolum majus Linn.*

Menge des in vier und zwanzig Stunden im Schatten verzehrten SAUERSTOFFGASES.		EINSAUGUNG.	erzeugtes STIKGAS.
LILIEN, *Lilium album* *)	1,1.	0,15.	0,15.
MÖHREN - DOLDEN, (*Daucus Carota.*)	2,1.	0,3.	0,3.
INDIANISCHE KRESSENBLUMEN, (*Tropaeolum majus.*) . .	2,17.	0,5.	0,5.
BLÜTHENTRAUBE VOM WEISSEN DIPTAM, (*Dictamnus albus.*)	2,6.	0,7.	0,7.
BLÜTHENTRAUBE VON GEFÜLLTEN LEVKOJEN, (*Cheiranthus incanus.*) . .	1,2	0,7.	0,4.
GARTENROSE, (*Rosechou. Rosa centifolia.*)	1,8.	0,43.	0,43.
MÄNNLICHE KÄTZCHEN DES ZAHMEN KASTANIENBAUMES, (*Fagus Castanea.*)	4,7.	0,22.	0,22.

Die Blumenblätter verzehren im Sonnenscheine mehr Sauerstoffgas als im Schatten; sie hauchen kein Sauerstoffgas ein: ich habe mich vergebens bemüht, eine Quantität von reinem Sauerstoffgas, worinne ich acht Tage lang oftmals erneute Blüthentrauben des

*) *Ohne Zweifel hat der Verfasser Lilium candidum L. gemeint.* *A. d. Ueb.*

weissen Diptams hatte vegetiren lassen, zum Verknallen zu bringen. Die Entzündung die man bey dieser Pflanze hervorbringen kann, scheint blos von der Verbrennung ihres wesentlichen ätherischen Oeles herzurühren.

Ich habe die nemlichen Versuche mit dem nemlichen Erfolge, sowohl im Schatten, als in der Sonne, mit indianischer Kresse, und mit Ringelblumen *) angestellt. Man hat behauptet, dass diese von freien Stücken Blitze fahren liessen; die Erscheinung ist aber nur von zwey Beobachtern gesehen worden: diese Blumen sind übrigens in allen Gärten verbreitet. Man muss um so mehr geneigt werden, die erwähnte Erscheinung in Zweifel zu ziehen, da ihr Glanz leicht täuschen kann **).

*) *Calendula officinalis Linn.* Todtenblume.

**) *Das Leuchten der indianischen Kresse hat zuerst die Tochter des Ritters von Linné, Elisabeth Christina, auf ihres Vaters Landgute Hammarby eine Meile von Upsala, in Gesellschaft mehrerer Personen beobachtet. Es soll dieses Blitzen jeden Abend vor der Dämmerung wahrzunehmen seyn, und in einem äusserst schnellen Hervorschiessen eines Glanzes bestehen. S. die Stockh. Abhandl. B. 24. S. 291. — Ich erinnere mich nirgend gehört oder gelesen zu haben, dass man diese Erscheinung nachher wieder beobachtet;* Hagreen *will sie blos bey der Ringelblume wahrgenommen haben; sie wird daher in der That zweifelhaft. Dass indess bey manchen Gewächsen ein Phosphoresciren statt finde, davon habe ich von dem Herrn Ober-Medizinalrath* Hagen *zu Königsberg, den ich auf seiner Rükreise aus der Schweitz zu sprechen das Vergnügen hatte, ein merkwürdiges Beispiel erfahren. Er sah beym Besteigen eines Berges im dicksten Nebel und in der Finsterniss alle Blumen des dort wachsenden* Chrysanthemum inodorum L. *blendend weiss*

§. 10.

Einfluss des Sauerstoffgases auf die Früchte.

Die Versuche, welche man in der Beziehung, mit der ich mich bis jetzt beschäftigt habe, mit Früchten anstellen kann, sind weit unzuverlässiger, als bey den andern Theilen der Pflanzen, weil sie fast gar keine Vegetationskraft behalten, sobald sie von dem Gewächse, das sie hervorgebracht hat, getrennt worden sind.

Ich brachte unreife Weintrauben, deren Stock seine Wurzeln noch im Boden hatte, in einen genau verschlossenen Ballon in die Sonne. Sie verbesserten vor der Reife ihre Atmosphäre von gemeiner Luft, in einem Zeitraume von funfzehn Tagen, ohne eine merkliche Quantität von kohlensaurem Gas zu verbreiten; auch gelangten sie zur völligen Reife; als ich aber in denselben Ballon lebendigen, und schnell an der Wärme des kochenden Wassers getrockneten und getödteten Kalk hineinbrachte, so verdarben sie unter den nemlichen Umständen ihrer Atmosphäre, und konnten nicht reif werden. Ich erhielt dieselben Resultate mit unreifen Beeren vom Corallennachtschatten (Solanum Pseudo-Capsicum L.). Die grünen Früchte scheinen daher das nemliche zu leisten, was man von den Blättern erhält.

phosphoresciren, und überzeugte sich von dieser Erscheinung selbst so deutlich, dass hier alle Zweifel schwinden. Es wäre demnach immer der Mühe werth, über diese noch so unvollständig bekannte Eigenschaft mancher Blumen genauere Nachforschungen anzustellen.

A. d. Ueb.

Als ich unter mit gemeiner Luft erfüllte Rezipienten unreife Weintrauben, Nachtschattenbeeren, Birnen und Aepfel, von ihrem Stamme getrennt, brachte, so verdarben diese Früchte in einer Zeit von vier und zwanzig Stunden ihre Atmosphäre, obgleich sie den Tag über im Sonnenlichte zubrachten. Ihre Einathmungen und Aushauchungen waren sehr wenig bemerkbar; sie konnten den Tag hindurch nicht alles kohlensaure Gas wieder zersetzen, was sie während der Nacht gebildet hatten. Als sie mehrere Wochen lang in einer immerwährenden Dunkelheit blieben, eigneten sie sich kein Sauerstoffgas an; das, was sie zum Verschwinden brachten, fand sich in gleicher Menge (das Volumen der Frucht ausgenommen) in der erzeugten Kohlensäure wieder.

§. 11.

Nutzen des Sauerstoffgases bey der Ernährung der Gewächse.

Um hier die vorzüglichsten Einflüsse des Sauerstoffgases auf die Ernährung der Gewächse zu vereinigen, will ich einige Funktionen vorausnehmen, die in den Capiteln VII und VIII. abgehandelt werden. Die Damm - oder Gartenerde enthält ausgezogene Säfte, welche in die Pflanze hineindringen, und ihre Vegetation begünstigen. Sobald diese Säfte erschöpft sind, entwickelt das Sauerstoffgas, indem es der Dammerde Kohlenstoff raubt, einen neuen Extrakt, der den ersteren ersetzt. Die Wirkung des Sauerstoffgases auf den Boden schränkt sich aber nicht blos auf diesen einzigen Einfluss ein. Die Dammerde, welche

von ihrem Kohlenstoff einbüsst, lässt zu gleicher Zeit ihren Wasserstoff und Sauerstoff in Gestalt von Wasser fahren; der Hinzusatz dieser Flüssigkeit kann aber der Vegetation unter gewissen Umständen nützlich seyn.

Die Pflanzen, welche sich mit Hülfe des destillirten Wassers unter einem Rezipienten voll atmosphärischer Luft entwickeln, haben keine Dammerde zu ihrer Nahrung, aber ihre eigene Substanz ersetzt sie, und sie wachsen auf Kosten derselben. Die inneren Theile des Stengels, oder ein Theil der Wurzeln, oder die unteren Blätter verwelken und leeren ihre Extraktivsäfte in die sich entwickelnden Theile aus. Alle Einflüsse des Sauerstoffgases auf die Dammerde beziehen sich auf den untersuchten Fall.

Ich habe im zweyten und in dem gegenwärtigen Capitel gezeigt, dass die grünen Pflanzen ihren Kohlenstoff mit dem sie umgebenden Sauerstoffgase verbinden, um Kohlensäure daraus zu bilden, und dass sie verwelken, wenn man sie verhindert, diese letztern zu zersetzen, indem man sie ihnen durch Kalk oder Pottasche immer wieder wegnimmt. Die ausgezogenen Säfte assimiliren daher wahrscheinlich ihren Kohlenstoff den grünen Theilen der Pflanzen nur in so fern, als sich derselbe hier in kohlensaures Gas verwandelt hat. Das Sauerstoffgas ist dieser Verbindung wegen für die Vegetation von einer absoluten Nothwendigkeit.

Das Sauerstoffgas dient den grünen Theilen selbst zum Nahrungsmittel, sie assimiliren es sich nicht unmittelbar; aber wenn sie dasselbe in kohlensaures

Gas umgewandelt haben, so halten sie einen Theil von seinem Sauerstoffe zurük, indem sie jenes zerlegen. Dieses Verfahren findet aber nur in so geringem Maase statt, dass man es nicht anders schätzen kann, als wenn man den Gewächsen eine grosse Quantität kohlensaures Gas zu entmischen giebt. (Siehe das zweyte Capitel §. 4. und das siebente §. 3.).

Eine Atmosphäre, die blos aus Stikgas und kohlensaurem Gas besteht, ist der Vegetation nicht günstig. (Zweytes Capitel §. 2); das freie Sauerstoffgas muss dazwischen treten. Es giebt daher einen unabhängigen Einfluss von demjenigen, der sich darauf einschränkt, den Pflanzen unter der Gestallt von kohlensaurem Gase die Elemente zuzuführen, die sie sich aneignen können. Man kann voraussetzen, dass dieser andere Einfluss nicht blos darinn besteht, in der Dammerde oder in der Pflanze selbst ein nährendes Extrakt und Wasser zu bereiten, sondern auch noch eine Entweichung des Wärmestoffs zu bewirken, indem sich das Sauerstoffgas mit dem Kohlenstoffe des Gewächses vereinigt. Jene Entweichung ist ein nothwendiges Resultat dieser Vereinigung; wenn sie unsern Beobachtungen grösstentheils entgeht, so kommt diess theils von ihrer geringen Menge, theils daher, dass sie der Wirkung der Ausdünstung entgegengesetzt ist.

Kürzliche Wiederholung.

Die grünen Pflanzen machen in der atmosphärischen Luft bey aufeinander folgenden Einwirkungen des Tages und der Nacht abwechselnde Einathmungen

und Ausathmungen von Sauerstoffgas, mit kohlensaurem Gase vermischt. Das Sauerstoffgas, welches die grünen Pflanzen einathmen, assimilirt sich ihnen nicht unmittelbar, es verwandelt sich bey dem Einathmen in kohlensaures Gas; sie zerlegen dieses wieder beym Akte der Ausathmung, und blos durch diese partielle Zersetzung können sie sich das Sauerstoffgas, welches ihnen zur Atmosphäre dient, aneignen.

Die Wurzeln, das Holz, der Splint, die Blumenblätter, und alle Theile, welche eigentlich nicht grün sind, machen keine aufeinander folgenden Ein- und Ausathmungen. Sie eignen sich das Sauerstoffgas der Atmosphäre weder unmittelbar, noch durch Umwege, an: sie verwandeln selbiges in kohlensaures Gas, welches in geringer Menge in ihren saftigen Theilen aufgelöst oder zurükgehalten bleibt, wie solches etwa im Wasser der Fall gewesen wäre; auf andere Art modifiziren sie es nicht.

Ich habe die Täuschungen sehen lassen, in die man bey Anstellung dieser Versuche mit einem einzelnen Theile nur, verfallen könnte. Das kohlensaure Gas, welches die Wurzeln, den Stamm, und die holzigen Zweige mit dem sie umgebenden Sauerstoffgase bilden, folgt dem Laufe des Gewächses der Länge nach, um in den Blättern zerlegt zu werden.

Ich habe gezeigt, dass die Berührung des Sauerstoffgases mit den Wurzeln und überhaupt mit den Theilen, die nicht grün gefärbt sind, der Vegetation wesentlich ist. Ich werde diesen Gegenstand im sechsten Capitel noch einmal wieder aufnehmen.

Die Blätter der Sumpfpflanzen, der fleischigen Gewächse, und der immergrünen Bäume, verzehren im Durchschnitt und bey übrigens gleichen Umständen weniger Sauerstoffgas, als die Blätter anderer Pflanzen.

Der deutlichste Einfluss, den das Sauerstoffgas auf die Vegetation äussert, ist der, kohlensaures Gas zu bilden, und den Pflanzen unter dieser Gestalt Elemente darzubieten, die sie sich aneignen können.

Viertes Capitel.

Einfluss des Sauerstoffgases auf einige unmittelbare Pflanzenstoffe.

Verschiedene vegetabilische Verbindungen erleiden in den ersten Perioden ihrer Gährung, durch ihre Berührung mit dem Sauerstoffgase Veränderungen, deren Ursprung wir hier aufsuchen und verfolgen wollen. Es kann uns diese Untersuchung Licht über die Modifikationen geben, welche diese Verbindungen bey dem Akte ihrer Vegetation erleiden, wenn es demohngeachtet wahr bleibt, dass man bisweilen die Wirkungen einer desorganisirten Substanz mit denen vergleichen darf, die bey einer mit allen ihren vegetativen Kräften versehenen Pflanze vorgehen.

§. 1.

Anwendung des Sauerstoffgases beym Niederschlag der Extrakte.

Fourcroy a) hat bemerkt, dass die im Wasser aufgelösten Extrakte bey Berührung der Luft Häutchen, oder eine unauflösliche Materie in der sie enthaltenden Flüssigkeit zu Boden sinken lassen: er hat diesen Niederschlag einer Verbindung des Sauerstoff-

a) Annales de Chimie, Vol. 5.

gases mit dem Extrakte selbst zugeschrieben; ich weiss aber nicht, ob sich die Versicherung dieses gelehrten Mannes auf die Analyse des Niederschlages selbst, oder auf eudiometrische Untersuchungen gründet.

Ich brachte unter einige mit atmosphärischer Luft angefüllte und durch Quecksilber verschlossene Becher, Gefässe, welche Auflösungen von Chinaextrakt, von Eichenrindenextrakt, und von verschiedenen Dammerden enthielten; nach Ende von einigen Tagen fand ich, dass sich die Auflösungen niedergeschlagen, und die Luft der Rezipienten eine kleine Verminderung an Volumen erlitten hatte. Die eudiometrische Untersuchung bewies mir, dass sich das verschwundene Sauerstoffgas, nicht ganz in der nemlichen Menge in der freien Kohlensäure, die um dieselbe Zeit gebildet worden war, wieder fand. Ein wichtiger Umstand fiel mir aber dabey auf, nemlich, dass die Verminderung des Volumens des Sauerstoffgases, in welchem der Versuch vor sich gieng, immer geringer ist, als das Volumen der Extraktiv-Auflösung beträgt, sie mag auch so flüssig oder verdikt seyn, wie sie will. Bringt man zehn Theile, dem Volumen nach gerechnet, flüssiges Extrakt mit tausend Theilen (nach dem Volumen) atmosphärischer Luft in Berührung, so erleidet letztere eine Verminderung, welche keine zehn Theile übersteigt. Dieses bestimmte Resultat hat mich auf die Vermuthung gebracht, dass sich das Sauerstoffgas nicht mit dem Extrakt verbinde, sondern dass es ihm blos Kohlenstoff raube, indem es damit kohlensaures Gas bildet, wovon die Flüssigkeit selbst nur soviel, als ihr eignes Volumen beträgt, absorbiren kann.

Als ich nach diesem Versuche die dem Anscheine nach mit Sauerstoffgas gesättigten Extraktivsäfte der Einwirkung des luftleeren Raumes unterwarf, zog ich daraus eine dem Volumen des von ihnen eingesaugten Sauerstoffgases ohngefähr gleiche Menge von kohlensaurem Gas heraus. Diese Entziehung fand vor der Sättigung aber nicht statt. Indess war auch dieser Versuch keiner so grossen Genauigkeit fähig, dass er hätte entscheidend seyn können. Er war es so wenig wie der, den ich nun anführen werde.

Ich liess einen Strohm von kohlensaurem Gas in den Extraktiv-Flüssigkeiten zirkuliren, ehe ich sie dem Versuche unterwarf, und setzte sie darauf einige Augenblicke der freien Luft aus (damit sie sich der überflüssigen Quantität von Kohlensäure entledigen möchten;) sie wurden unmittelbar nachher unter einen Rezipienten voll atmosphärischer Luft gebracht, der auf Quecksilber ruhte. Wenn sie nach einer Zeit von etlichen Stunden keine Ausdehnung in ihrer Atmosphäre bewirkten, wurde die Prüfung verlängert; sobald aber eine solche Erweiterung statt zu haben anfieng, die Luft des Rezipienten erneut. Die auf diese Art vorbereiteten, und von allen überflüssigen kohlensaurem Gase befreiten Extrakte, erlitten dieselben Veränderungen, als wenn sie keines absorbirt hätten. Sie wurden mit einem unauflöslichen Häutchen überzogen, allein veränderten das Volumen ihrer Atmosphäre nicht, saugten kein Sauerstoffgas ein, und machten es blos verschwinden, da sie es durch ein dem verzehrten Sauerstoffgase streng eben so grosses Volumen kohlensaures Gas ersetzten.

Es geht daher aus meinen Versuchen hervor, dass die Extrakte in den ersten Perioden ihrer Gährung

und bey der Bildung ihrer Häutchen sich kein Sauerstoffgas aneignen, und dass die Einwirkung von diesem letztern sich blos darauf einschränkt, jenen Kohlenstoff zu entziehen.

Verlieren die Extrakte durch die Einwirkung des Sauerstoffgases eine kleine Quantität ihres Kohlenstoffes, so geben sie ihren Wasserstoff und Sauerstoff in einer noch weit grösseren Menge als Wasser von sich. Ich will hier von den Versuchen, die ich in dieser Rüksicht angestellt habe, nur ein Beyspiel anführen, denn sie haben mir alle völlig ähnliche Resultate geliefert. Ich vermischte sechs und dreyssig Gran (1,91 *grammes*) troknes Eichenholzextrakt mit einer Unze und etlichen Granen (30 *grammes*) Wasser, welches ich mit kohlensaurem Gas, gerade bis auf den Punkt angeschwängert hatte, wo diese Flüssigkeit keine Ausdehnung in der Atmosphäre von gemeiner Luft, in die ich sie gebracht hatte, hervorbringt. Diese Atmosphäre, welche vierzig Kubikzoll (792 *centimètres cubes*) einnahm, enthielt ein und zwanzig Hunderttheile Sauerstoffgas, und eine Quantität kohlensaures Gas, welche nicht geschätzt werden konnte. Nach Verlauf von funfzehn Tagen hatte sich eine dicke Haut gebildet, die Luft des Rezipienten hatte aber keine Veränderung in ihrem Volumen erlitten; sie enthielt zu jener Zeit $\frac{5}{100}$ kohlensaures Gas, und nach Abzug desselben $\frac{16}{100}$ Sauerstoffgas. Man darf aus diesen Resultaten den Schluss ziehen, dass zwey Kubikzoll (40 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas verschwunden waren, und dass sie durch zwey Kubikzoll kohlensaures Gas wieder ersetzt worden sind, welche, nach Lavoisier 0,4 Gran Kohlenstoff enthalten. Das

Extrakt, dem dieser Stoff geraubt worden war, wog, nachdem man es in einem Marienbade getroknet hatte, nicht mehr als dreyssig Gran. Es schien daher fünf und einen halben Gran Wasser von seiner eigenen Substanz verloren zu haben. Es konnte indess auch möglich seyn, dass dieses Wasser während dem Troknen verloren gegangen war. Ich liess daher sechs und dreyssig Gran troknes Eichenholzextrakt in der nemlichen Quantität Wasser, die zum vorhergehenden Versuche angewandt worden war, auflösen: diese unmittelbar nachher und in der nemlichen Zeit wieder eingetroknete Auflösung, die auch dem nemlichen Feuergrade, wie das der Luft ausgesetzt gewesene Extrakt unterworfen wurde, lieferte vier und dreyssig Gran troknes Extrakt. Die Operation des Troknens hatte also zwey Gran Extrakt, oder vielmehr zwey Gran Wasser verflüchtigt, die zur troknen Substanz des Extraktes gehörten. Es geht aus allen diesen Versuchen hervor, dass sechs und dreyssig Gran Extrakt unter dem Rezipienten eines halben Granes Kohlenstoff durch das Sauerstoffgas sind beraubt worden, und dass sie zu gleicher Zeit eine drey und einen halben Gran betragende Quantität Wasser verloren, oder gebildet haben. Ich würde so geringfügige Resultate nicht mit dieser Sicherheit angeben, wenn ich sie nicht durch eine sehr grosse Zahl anderer Beobachtungen bestätigt gefunden hätte.

Die Abwesenheit des Wasserstoffes und des Sauerstoffes, welchen die Extrakte unter der Wasserform in weit grösserer Menge weggeben, als den Kohlenstoff der ihnen durch das Sauerstoffgas entzogen wird, geht darauf hinaus, im Rükstande des Extraktes die

Proportion des Kohlenstoffes zu vermehren; und in der That habe ich gefunden, dass hundert Theile trokner Extrakt-Häutchen, beym Rükstand aus ihrer Destillation im blossen Feuer mehr Kohle liefern, als hundert Theile Extrakt, welches nicht von seinen Häutchen getrennt war. Weit entfernt also, dass diese unauflöslichen Flocken ein oxygenirtes Extrakt seyn sollten, sind sie vielmehr ein desoxygenirter oder mit Kohlenstoff übersättigter Auszug.

Die mit dieser Extraktivmaterie sehr beladenen grünen Säfte der Pflanzen, denen Herr Fourcroy den Namen von vegetabilischen Eiweiss giebt, weil sie sich in verschiedenen Eigenschaften, so wie das thierische Eiweiss verhalten, absorbiren das Sauerstoffgas nicht. Die Säfte von Cactus Opuntia und der Fetthenne (Sedum Telephium) coagulirten sich bey der Berührung mit dem Sauerstoffgase in eine elastische und gallertartige Masse, ohne das Volumen dieser Luftart zu verändern, welche sie einzig und allein in kohlensaures Gas umwandelten.

Man muss indess Sorge tragen, dass man die Extraktivsäfte nicht in Gefässe bringe, wo sie der Oberfläche der sie umgebenden Luft nur wenig Berührungspunkte darbieten. Die Auflösung muss auf eine grosse Fläche ausgebreitet werden, denn ohne diese Vorsicht könnten die von der Berührung des Sauerstoffgases zu weit entfernten Theilchen kohlensaures Gas aus ihrer Substanz allein bilden.

Ist die Temperatur zu Anfang und gegen das Ende des Versuches sehr verschieden, so muss man vor Endigung desselben die ausgezogene Flüssigkeit

genau auf die Temperatur zurükbringen, die sie im Augenblicke ihrer Einbringung in den Rezipienten hatte, und nicht nach einer Berechnung die in solchen Fällen gewöhnliche Correktion anbringen, weil die Fähigkeit des Wassers, sich mit dem kohlensauren Gase zu verbinden, mit der Erniedrigung der Temperatur steigt.

Bey allen den Versuchen von welchen ich hier gesprochen habe, sind die vegetabilischen Substanzen nie in Fäulniss, oder in den Grad von Gährung übergegangen, dass sie unter gewissen Umständen Wasserstoffgas oder Stikgas hätten entweichen lassen.

§. 2.

Anwendung des Sauerstoffgases bey der Essigbildung.

Man hat zu allen Zeiten eingesehen, dass die Berührung mit der äussern Luft auf eine sehr auffallende Weise die Verwandlung des Weines in Weinessig begünstigte. Lavoisier *b*) hat diese Säure fertig, ohne Dazwischenkunft des Sauerstoffgases, in den Produkten der Gährung des Zuckers mit Bierhefen gefunden; da aber die Erfahrung lehrt, dass eine sehr geringe Quantität Sauerstoff hinreicht, um der weinigten Flüssigkeit deutliche Anzeichen von Säurung mitzutheilen, so weiss ich noch nicht, ob das in destillirtem Wasser aufgelöste oder hineingelegte Sauerstoffgas, was man zu diesem Versuche anwendet, wesentlich zur Bildung

b) Traité élémentaire de Chimie, par *Lavoisier* p. 143. *und folg.*

der noch unbeträchtlichen Säure beygetragen habe, oder nicht. Man kann eben so wenig wissen, ob die Essigsäure nicht schon ganz fertig in den Bierhefen gebildet lag, sey es nun in Verbindung mit dem Ammoniak oder vielmehr mit dem in ihr enthaltenen Glutenstoff. Berthollet hat schon bemerkt, dass diese Probe nicht entscheidend sey c).

Rosier fand, dass das Sauerstoffgas während der Essigbildung absorbirt wurde. Er urtheilte diess aus der Verminderung des Volumens, welches die atmosphärische Luft während dieser Operation erleidet; ich habe aber im vorhergehenden Paragraphen gezeigt, dass diese Verminderung noch keinen Beweis für die Beymischung des Sauerstoffgases zur vegetabilischen Substanz giebt, so lange man nicht das Volumen des absorbirten Gases mit dem Volumen der Flüssigkeit vergleicht. Ich habe gezeigt, dass sich das absorbirte Sauerstoffgas darauf einschränken kann, bloss kohlensaures Gas zu bilden, welches in dem Liquor aufgelöst, oder mechanisch drinne liegen bleibt.

Ich habe Wein mit Sauerstoffgas ein ganzes Jahr lang in Berührung erhalten, und mich dazu mit Quecksilber gesperrter Rezipienten bedient. Dieser Wein hat sich in Weinessig verwandelt, aber ich habe nie gefunden, dass die Verminderung des Volumens des Sauerstoffgases das Volumen des Weines hätte übersteigen können; sie war immer geringer als letzteres.

Als ich diesen Versuch mit Wein anstellte, den ich künstlich mit kohlensaurem Gase bis auf den Punkt

c) Statique chimique Vol. II. p. 525.

imprägnirt hatte, wo die Mischung die atmosphärische Luft nicht mehr ausdehnt *d*), verwandelte sich dieser Wein gleichfalls in Weinessig, aber ohne das Volumen seiner Atmosphäre zu verändern, indem er das Sauerstoffgas, (welches verschwunden war) durch ein genau eben so grosses Volumen Kohlensäure ersetzte.

Drey Kubikzoll Bourdeaux-Wein, die ich schwach mit kohlensaurem Gase angeschwängert, und fünf Monate lang in Berührung mit achtzig Kubikzoll atmosphärischer unter Quecksilber verschlossener Luft in ein Dampfbad gebracht hatte, das beständig zwischen dem zwanzigsten und drey und zwanzigsten Grade Reaumur erhitzt war, wurden bis auf den Grad sauer, wo sie nicht mehr trinkbar waren, und ein leichtes Aufbrausen bey der Pottasche erregten. Sie erlitten diese Veränderung, ohne das Volumen ihrer Atmosphäre zu verändern, aber indem sie mit dem Sauerstoffgase sechs Kubikzoll kohlensaures Gas gebildet, und ein eben so grosses Volumen Sauerstoffgas zum Verschwinden gebracht hatten. Vier unter gleichen Umständen mit verschiedenen andern Weinsorten angestellte Versuche gaben mir ähnliche Resultate. Bey einem fünften bemerkte ich eine kleine Verringerung des Volumens und eine dieser correspondirende Absorption des Sauerstoffgases; aber in diesem Falle war der Wein nicht bey einerley Temperatur aufgestellt und hinweggenommen worden; beym

d) Der Wein allein, aller Luft beraubt, dehnt immer die atmosphärische Luft ein wenig aus, nach Maassgabe des Alkohols der sich darin auflöst, und einen elastischen Zustand annimmt.

Anfang des Versuches war sie + 20 Grad Reaumur, und auf Null, als er seine Endschaft erreicht hatte. Ich zweifle keinesweges, dass die Anziehungskraft des Weines gegen das kohlensaure Gas, welche mit der Erniedrigung der Temperatur zunimmt, nicht die Ursache dieser Abweichung gewesen seyn sollte.

Ein frisch bereiteter Teig von Weitzenmehl assimilirte sich kein Sauerstoffgas, als er sich in der atmosphärischen Luft säuerte; die Wirkung dieser Luftart schränkte sich darauf ein, ihm Kohlenstoff zu entziehen Dieser Versuch wurde im Sommer angestellt, und dauerte ohngefähr sechzig Stunden.

Drey Kubikzoll Alkohol fünf Monate hindurch mit achtzig Kubikzoll atmosphärischer Luft in Berührung gebracht, erlitten eben so wenig eine Veränderung, als die sie umgebende Atmosphäre.

Meine Versuche über die Essigbildung thun gegen die allgemein angenommene Meinung, dass sich die Weine durch eine grössere Portion Sauerstoff säuren, keinen Eingriff; denn sie sind grösstentheils aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff gebildet. Die Entziehung des letzteren Stoffes erhöht das Verhältniss des erstern.

Man könnte annehmen, dass sich die Weine Sauerstoff von der einen Seite aneigneten, und ein genau gleiches Volumen von kohlensaurem Gas ganz allein aus ihrer eigenen Substanz wieder hergäben; diess hiesse aber wohl einer Hypothese zu gefallen etwas zu weit gehen, wenn man einen so bestimmt genauen Ersatz annehmen wollte. Ausserdem würde auch bey dieser Annahme das Resultat das nemliche bleiben.

Die Weine würden sich nicht anders als durch den Verlust von Kohlenstoff oxygeniren oder säuern, wenn sie bey der Aushauchung des kohlensauren Gases eben so viel Sauerstoffgas einbüssten, als sie sonst aus der atmosphärischen Luft nehmen.

§. 3.

Einfluss des Sauerstoffgases auf das abgestorbene Holz.

Angefeuchtetes Holz, das man in Umgebungen bringt, welche von allem Sauerstoffgase befreit sind, theilt ihnen kohlensaures Gas mit, welches es gänzlich aus seiner eigenen Substanz bildet. Diese Bildung hat aber nicht mehr den nemlichen Ursprung, wenn sich das Holz in Gesellschaft von Sauerstoffgas befindet.

Ich mischte eine halbe Unze (15,29 *grammes*) Sägespäne von einem Eichenstamme, die ich bis zu einem bestimmten Grade des Thermometers und des Hygrometers getroknet hatte, mit Wasser, so dass ein Teig daraus wurde. Ich setzte die Mischung in einem Glasgefässe fünf Wochen hindurch unter einen mit gemeiner Luft angefüllten weiten Rezipienten, der mit Quecksilber verschlossen wurde, und eine bestimmte Temperatur erhielt. Nach Ende des angezeigten Zeitraumes hatte diese Luft ihr Volumen nicht geändert. Es hatten sich aber darinne zehn Kubikzoll kohlensaures Gas (1,98 *centimètres cubes*) erzeugt, welche den Raum desselben Volumens des Sauerstoffgases eingenommen hatten: diese Sägespäne wurden der freien Luft, unter übrigens denen im Rezipienten statt gefundenen ganz gleichen Umständen, ausgesetzt,

und nach drey Wochen bey den nemlichen Thermometer und Hygrometergraden, wie vor der Anfeuchtung, getroknet. Ihr Gewicht fand sich im Zustande der Trockenheit um funfzehn Gran (oder 796 *milligrammes*) vermindert. Nun konnten sie, während sie eingeschlossen gewesen, und getroknet worden waren, nicht mehr als drey Gran (159 *milligrammes*) Kohlenstoff aufs höchste, verloren haben; sie hatten also ausser diesem Elemente eine Quantität Wasserstoff und Sauerstoff verloren, die wenigstens durch zwölf Gran (637 *milligrammes*) Wasser dargestellt werden kann. Es hatten sich diese Sägespäne auf ihrer der Luft ausgesetzten Oberfläche mit einer Kruste von dunkelbrauner Farbe überzogen. Hundert Theile von dieser letztern lieferten mir c) durch die Verkohlung 20½ Theile Kohle. Hundert Theile Sägespäne gaben aber vor ihrer Veränderung durch die Luft nicht mehr als 17½ Theile Kohle.

Es geht aus diesen und mehrern andern Versuchen hervor:

1. dass das Holz und der Splint nach ihrem Tode sich das atmosphärische Sauerstoffgas nicht aneignen.

2. dass die Thätigkeit dieses Gases sich blos damit begnügt, ihnen Kohlenstoff zu entziehen;

3. dass diese vegetabilischen Substanzen in der nemlichen Zeit und in grösserer Proportion, unter der Gestalt von Wasser, Sauerstoff und Wasserstoff verlieren; und

c) Die bey dieser Operation befolgte Verfahrungsart ist in der Note über die Verkohlungen, zu Ende des fünften Capitels angegeben.

4. dass die Entziehung dieser letztern Prinzipien in dem holzigen Rükstande das Verhältniss des Kohlenstoffes zu den andern erhöht.

Diejenigen Hölzer, welche sich durch den blossen Einfluss des Wassers ohne Berührung des Sauerstoffgases zersetzen, wie man solches an den todten Zweigen sieht, die mit einer dichten und undurchdringlichen Rinde versehen sind, erleiden eine von der gegenwärtigen sehr abweichende Veränderung: ihre Substanz wird weiss statt schwarz zu werden, und statt dass die Proportion ihres Kohlenstoffes zunehmen sollte, nimmt sie ab. Ich glaube, dass diese Veränderung grösstentheils dem Verluste ihrer färbenden und Extraktivstoffe zuzuschreiben ist, welche mehr als das Holz selbst, mit Kohlenstoff überladen sind.

Hundert Theile Eichenholz, weiss (durch die Natur) ohne den Zutritt der Luft zersetzt, gaben sechszehn Theile Kohle, nach Abzug der Asche.

Hundert Theile Eichenholz, mit dem Zutritt der Luft zum schwarzen Faulen gebracht, gaben fünf und zwanzig und einen halben Theil Kohle, nach Abzug der Asche.

Es ist unmöglich, das Holz durch vielfach wiederholtes Kochen in den Zustand zu versetzen, dass es keine Extraktivstoffe mehr an das Wasser absetzt. Jede Abkochung oder jede Mazeration, die in Berührung mit der Luft vor sich geht, entwickelt ein Extrakt, was vorher nicht da war, und welches durch eine Auswechslung der Stoffe, die während dem Kochen oder der Mazeration vorgeht, im Wasser auflöslich wird. Ich habe drey Unzen (92 *grammes*) Sägespäne

von Eichenholz, eine halbe Stunde lang mit vier und zwanzig mal so viel dem Gewichte nach Wasser, gekocht: nach der Filtration und Abdampfung dieser Abkochung in einer gelinden Wärme, erhielt ich ein troknes Extrakt, das neunzig Gran (4,7 *grammes*) wog; eine zweyte Abkochung, der erstern ähnlich, gab ein Extrakt, welches neun und zwanzig Gran (1,5 *grammes*) wog. Diese Quantitäten wurden immer geringer bis zur neunten Abkochung, welche ein Extrakt von vier Gran (212 *milligrammes*) lieferte. Das elfte Dekokt gab eine ähnliche Menge, und selbst das zwölfte. Die Sägespäne, welche diesen zwölf Abkochungen waren unterworfen worden, setzte ich darauf angefeuchtet, der freien Luft, aber vor Staub geschützt, zwey Monate lang aus. Ich habe mich überzeugt, dass in diesem ganzen Zeitraume das Holz nichts that, als Sauerstoffgas in kohlensaures Gas zu verwandeln, ohne sich das erstere zu assimiliren.

Nach der angezeigten Epoche lieferten die Sägespäne bey einer dreyzehnten Abkochung, die wie die vorigen unternommen wurde, eine Quantität Extrakt, die fünf und einen halben Gran (292 *milligrammes*) wog, und folglicherweise grösser als die des neunten Dekokts war. Eine vierzehnte Abkochung lieferte ein Extrakt vier Gran schwer; nach zwey Monaten neuer Aussetzung in die Luft aber kam die bey einer einzigen Operation gelieferte Quantität wiederum auf fünf und einen halben Gran zurük.

Das von seinen Extraktivstoffen erschöpfteste Holz giebt jederzeit, wenn es mit kaltem Wasser bey Berührung der Luft mazerirt wird, Infusionen, die mit Extrakt versehen sind. Letztere sind alle in einer

kleinen Quantität Wasser auflöslich; sie werden im Zustande ihrer Conzentration durch Kalkwasser, durch kohlensaures Kali, und metallische Auflösungen getrübt.

Das Sauerstoffgas äussert auf ein seiner Extraktivstoffe beraubtes Holz weniger Wirkung, als auf solches, welches damit noch versehen ist.

Das durch das Kochen in einer grossen Quantität Wasser seines Extraktes beraubte Holz, liefert bey gleichem Gewichte weniger Kohle, als das natürliche Holz.

Der Saft erleidet wahrscheinlich, wenn er den Splint bildet, mehrere Veränderungen, die denen eines Extraktes, welches sich durch den Einfluss des Sauerstoffgases carbonisirt, und dadurch zum Theil unauflöslich im Wasser wird, in gewissen Stücken ähnlich sind. Es findet hier aber ohne Zweifel wohl der Unterschied statt, dass bey der Modification des Extraktes, der mehr oder weniger reine Kohlenstoff sich trennt oder zu Boden senkt, und sich in schwarzer Gestalt von der übrigen Mischung ausscheidet; da er beym Safte durch eine eigne Natur dieser Substanz, oder durch den Akt der Vegetation mit ihm in Verbindung bleibt, um den Splint zu bilden. Bey dieser im Wasser unauflöslichen Verbindung ist das Verhältniss des Kohlenstoffes aufs höchste gestiegen: bleibt aber der Splint der Einwirkung der äussern Luft ausgesetzt, so wird diese Vereinigung zerstört; sie trennt sich von ihrem Kohlenstoffe, welcher sich zum Theil mit dem Sauerstoffgas verbindet, meistens aber in Gestalt von Dammerde oder sehr unreiner Kohle zu Boden

sinkt. Das Holz geht durch die Trennung dieses Kohlenstoffes in seinen erstern Zustand wieder zurük, indem es wieder ein im Wasser auflöslicher Saft wird. Das ganz fertig gebildete Holz ist oft vielleicht selbst keine gleichartige, homogene Verbindung, sondern ein sehr verdichteter mit Kohle oder Dammerde vermischter Splint. — Siehe die Note über die Verkohlung am Ende des fünften Capitels.

§. 4.

Verdichtung des Sauerstoffgases durch die Oele.

Die Oele bringen das Sauerstoffgas zum Verschwinden, sie thun es aber nicht auf die nemliche Art und Weise, wie die Extraktivsäfte die weinigten Flüssigkeiten und das Holz, indem sie blos und allein kohlensaures Gas bereiten; ich habe gefunden, dass das Terpentinöl in einem Zeitraume von vier Monaten zwanzigmal sein Volumen an Sauerstoffgas absorbiren konnte, wo es ein viermal kleineres Volumen als das des eingesaugten Sauerstoffgases, von Kohlensäure hervorbrachte. Die Resultate waren übrigens nicht verschieden, wenn das Oel vorher mit kohlensaurem Gase gesättigt worden war *f*).

Das Leinöl schien in einer Zeit von vier Monaten mehr als zwölfmal sein Volumen von Sauerstoffgas einzusaugen, ohne eine merkliche Quantität von koh-

f) Bey Anstellung dieser Versuche hatte ich Gelegenheit eine von Herrn Priestley angegebene Erscheinung zu beobachten: nemlich, dass das Terpentinöl das Stikgas absorbirt; es schien mir aber, dass das verdichtete Stikgas niemals

lensaurem Gas in ihrer Atmosphäre zu erzeugen. Unter allen, sowohl animalischen als vegetabilischen Substanzen, die ich untersucht habe, ist dieses die einzige, die mir dieses Resultat gegeben.

Es könnte sie eine solche Eigenschaft geschickt machen, um bey eudiometrischen Versuchen angewandt zu werden. Das bey meinen Versuchen angewandte Leinöl verdichtete das Stikgas nicht, und stiess bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, in einer von allem Sauerstoffgase befreiten luftförmigen Umgebung, gar kein Gas aus.

Die Erscheinung des Wassers, sowohl bey den thierischen als Pflanzenölen, die eine lange Zeit hindurch der Wirkung der Luft ausgesetzt wurden, ist eine durch eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen hinlänglich bestätigte Thatsache. Sie kann zu der Annahme führen, dass sich das eingesaugte Sauerstoffgas diesen Substanzen nicht aneigne.

Ich habe bey meinen Versuchen, deren ausführliche Beschreibung ich hier gegeben habe, die Bildung des Wassers nicht wahrnehmen können, vielleicht sind sie nicht lange genug fortgesetzt worden: das Oel konnte vielleicht das Wasser, zu dessen Bildung es beygetragen, im Zustande von Auflösung oder auf andre Weise festhalten. Man muss daher neue Beobachtungen ab-

das Volumen des Oeles überstieg. Priestley sah, dass das Oel mit der Zeit diese Eigenschaft verlor, und sie wieder erhielt, wenn es dem luftleeren Raume ausgesetzt worden war. Es scheint daher sehr wahrscheinlich, dass das Stikgas bey dieser Verbindung seinen Wärmestoff nicht verliert.

warten, um entscheiden zu können, ob die Verharzung der Oele durch Einwirkung der Luft einer Entziehung ihrer Grundstoffe, oder einer Zugabe von fremden Sauerstoffgas, oder diesen beyden Wirkungen zusammengenommen, beyzumessen sey. Wir wollen uns hier mit der Bemerkung begnügen, dass die Entziehung des Kohlenstoffes wenig oder gar nichts zu dieser Harzbildung beyträgt.

Die Oele scheinen während der Vegetationszeit kein Sauerstoffgas einzusaugen oder sich anzueignen, sie scheinen diese Eigenschaft nur zu besitzen, wenn sie eine Abscheidung, oder ein fremder Körper für das Gewächs, welches sie hervorgebracht hat, geworden sind. Auf diese Weise absorbiren der Hanf- und Leinsaamen während des Keimens nicht merkbar das Sauerstoffgas, da sie doch durch die Auspressung Oele hervorbringen, welche dasselbe zu verdichten im Stande sind; beym Keimen modifiziren und verwandeln sie es nur, wie die schleimigten und stärkehaltigen Saamenkörner, in kohlensaures Gas.

§. 5.

Verdichtung des Sauerstoffgases durch vegetabilische im Zustande der Fäulniss sich befindende Substanzen.

Die Vegetabilien vermehren in allen Zeiträumen ihrer Gährung niemals das Volumen der Atmosphäre mit der sie in unmittelbarer Berührung stehen, wenn diese eine grosse Dosis von Sauerstoffgas enthält: besitzt sie dessen aber nur wenig oder gar nichts, so ver-

grössern sie sie in den frühern Gährungsperioden durch reines kohlensaures Gas, und während der Fäulniss, oder in den letzterm Zeitraume der Gährung, durch Wasserstoffgas oder andere brennbare mit kohlensausaurem- oder Stikgas gemischte Luftarten.

Ich habe mehreremale Gelegenheit gehabt, eine Erscheinung zu beobachten, die Berthollet g) schon mit aller der Genauigkeit, die seine Beobachtungen auszeichnet, angeführt hat: nemlich dass ein in Fäulniss begriffener Körper, dessen Theile sämmtlich mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehen, niemals dann Wasserstoffgas fahren lässt, auch eben so wenig Stikgas hinzufügt.

Es schien mir, dass, so lange die vegetabilischen in der Gährung befindlichen Substanzen kein Wasserstoffgas in einer des Sauerstoffgases beraubten Atmosphäre ausathmen, sie auch das Volumen einer Atmosphäre von Sauerstoffgas nicht verändern; dass sie hingegen, wenn man sie in dieses letztere, während dem Zeitraume, wo sie unter Wasser oder im Stikgas das Wasserstoffgas aushauchen können, bringt, das Sauerstoffgas alsdann in den Zustand einer Verdichtung bringen. Ich habe Erbsen-Saamen ihrer vegetabilischen Lebenskraft beraubt, indem ich sie einige Augenblicke unter kochendes Wasser getaucht hielt. Diese Erbsen, aufgequellt und unter Wasser gebracht, stiessen anfangs gar kein Gas aus: das kohlensaure Gas schien das erste zu seyn, und das Wasserstoffgas folgte ihm hinterdrein. Ich brachte sie unmittelbar nach ihren Tode in eine

g) Statique chimique, Vol. II, p. 546.

Atmosphäre von gemeiner Luft, und nach vier Tagen hatte diese ihr Volumen noch nicht geändert. Es waren sechs Kubikzoll Sauerstoffgas aus ihr verschwunden, und diese hatten ebenfalls sechs Kubikzollen kohlensaures Gas Platz gemacht. Ich tauchte nach dem Experimente, diese nemlichen Erbsen unter Wasser, und nach Verlauf von zwey Tagen fiengen sie an, entzündbares Gas entweichen zu lassen: ich brachte sie hierauf in unmittelbare Berührung mit hundert Kubikzoll atmosphärischer, durch Quecksilber gesperrter Luft: nach Verlauf von drey Tagen fand sich diese Atmosphäre um einen Kubikzoll verdikt, und ich brachte durch eudiometrische Untersuchung heraus, dass sieben Kubikzoll Sauerstoffgas verschwunden, und blos durch sechs Kubikzoll kohlensaures Gas ersetzt worden waren. Diese Atmosphäre enthielt kein Wasserstoffgas. Die türkischen Bohnen, Bufbohnen, und Kartoffelwurzeln (racines de pomme de terre) gaben mir während der Zeit, dass sie Wasserstoffgas aushauchten, die nemlichen Resultate, wie die Erbsen.

Ich brachte unter einen Rezipienten, welcher vier und funfzig Kubikzoll (1070 *centimètres cubes*) atmosphärischer Luft hielt, ein Quentchen (3,82 *grammes*) frischen Gluten. Nach acht Tagen, während welcher Zeit die Temperatur beständig zwischen zehn und zwölf Grad Reaumur gewesen, und dieser Kleber erweicht schien, hatte die Luft des Rezipienten ihr Volumen nicht geändert; es waren drey Kubikzoll (59 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas verschwunden, und diese waren durch die nemliche Quantität von kohlensaurem Gas ersetzt worden. Der Gluten hatte

zu jener Zeit blos den säuerlichen Geruch eines Mehlteiges, der zu gähren anfängt. Er reduzirte sich nach einem dreystündlichen Eintroknen auf sechs und zwanzig Gran (1,35 *grammes*); vor dem Versuche reduzirte er sich aber bey der nemlichen Eintroknung auf acht und zwanzig Gran (oder 1,48 *grammes*). Er hatte daher von seiner troknen Substanz zwey Gran Wasser verloren.

Ich setzte den nemlichen Versuch unter gleichen Umständen mit einem Quentchen (3,82 *grammes*) von demselben Gluten fort, den ich auf den Grad der Gährung gebracht hatte, wo ich den des vorigen Versuches verliess: als man ihn unter Wasser brachte, fieng er an Wasserstoffgas entweichen zu lassen. Nach Ablauf von acht Tagen waren die vier und funfzig Kubikzoll atmosphärischer Luft um drey viertel Kubikzoll geringer geworden; sie enthielten alsdann $\frac{8}{100}$ kohlensaures Gas, und nach Abzug desselben $11\frac{1}{2}$ Hunderttheil Sauerstoffgas. Neun und ein halber Theil Sauerstoffgas waren verschwunden, und waren nur durch acht Theile kohlensaures Gas wieder ersetzt worden. Der Gluten schwamm in dem Wasser, welches er gebildet hatte; ich liess ihn bey einer gelinden Wärme troknen, und er reduzirte sich dann durch diese Operation auf sechs und zwanzig Gran (1,38 *grammes*). Er hatte daher sechs und vierzig Gran Wasser hervorgebracht. Diese Flüssigkeit enthielt Ammoniak, dessen Gewicht aber nichts bezeichnete; es machte die Pflanzenfarben nicht grün, wahrscheinlich weil es mit dem Gluten selbst, oder mit der Essigsäure vereinigt war. Der Gluten überzog sich während der Fäulniss mit einem schwarzen Staube, der nicht zum Vorschein

kam, wenn er unterhalb des Wassers, ohne Berührung der äussern Luft verfaulte.

Kürzliche Wiederholung.

Es entspringt aus den in diesem Capitel vorgebrachten Beobachtungen, dass im Ganzen genommen (wenn man die Oele abrechnet) das Sauerstoffgas während den erstern Perioden der Gährung sich in den todten Vegetabilien nicht fixirt, und sich eben so wenig mit ihrem Wasserstoff vereinigt, um Wasser zu bilden, sondern, dass er ihnen nur blossen Kohlenstoff raubt. Der Sauerstoff wird daher bey der Essigbildung, beym Niederschlag der Extrakte, und bey der Coagulation des vegetabilischen Eiweisses, blos zur Entziehung des Kohlenstoffes angewandt. Das Verhältniss dieses Elementes wird indess bey den aus diesem Abzuge vereinigten Rükständen nicht vermindert, weil die vegetabilischen Substanzen, von welchen hier die Rede ist, zur nemlichen Zeit, in Gestalt von Wasser, einen Theil ihres Wasserstoffes und Sauerstoffes fahren lassen.

Das Sauerstoffgas verbindet sich aber entweder mit dem Wasserstoffe der todten Vegetabilien, oder mit ihrer ganzen Substanz, wenn sie in die Fäulniss, oder in den Zustand der Gährung übergehen, in welchem sie Wasserstoffgas entwickeln können. Da der Zeitpunkt dieser Verbindung gerade der der Entwickelung des Wasserstoffgases ist, da sich letzteres in dem Sauerstoffgase, mit welchem das faulende Vegetabil in unmittelbarer Berührung steht, nicht mehr findet, und da endlich die Erscheinung des Wassers in dieser Periode der Gährung sehr vermehrt wird, so darf man

annehmen, dass das Sauerstoffgas, welches verschwunden ist, und sich in dem zur nemlichen Zeit erzeugten kohlensauren Gase nicht wieder findet, sich der vegetabilischen Substanz nicht selbst beymischt, sondern zur Bildung des Wassers verwendet wird.

Es ist ein wichtiger Unterschied zwischen den Produkten derjenigen Gährung, welche ohne Zutritt des Sauerstoffgases vor sich geht, und denen einer Gährung anzumerken, die mit dieser Berührung bewirkt wird. Im erstern Falle nemlich schöpft das entwickelte kohlensaure Gas seine beyden Grundbestandtheile aus dem gährenden Vegetabil; im andern scheint die Kohlensäure nur eines seiner Elemente (den Kohlenstoff) daraus zu ziehen.

Fünftes Capitel.

Von der vegetabilischen Dammerde.

§. 1.

Untersuchungen über die Zusammensetzung der Dammerde.

Ich verstehe unter dem Namen von Dammerde oder Gartenerde (Düngererde) diejenige schwarze Substanz, womit sich die abgestorbenen Vegetabilien bedecken, wenn sie der vereinigten Wirkung des Wassers und des Sauerstoffgases ausgesetzt sind. Die Versuche, die ich in dem vorhergehenden Capitel angeführt habe, zielen dahin ab, zu beweisen, dass diese Substanz keinesweges eine Verbindung des Sauerstoffgases mit der todten Pflanze, sondern der Rükstand dieses Vegetabils, nach Entziehung einiger seiner Grundbestandtheile, ist.

Ich habe zu dem grössten Theile meiner Untersuchungen fast ganz reine Dammerde angewandt, welche durch ein sehr zartes Haarsieb von den meisten noch unzersetzten Theilchen von Vegetabilien, die sich immer damit vermischt finden, befreyt worden war. Sie enthielt fast nichts als die mineralischen Bestandtheile, welche aus der Pflanze, die sie hervorgebracht hatte, kamen. Ich habe sie auf hohen Felsen, oder aus Baumstämmen genommen, wo sie nicht durch die fremdartigen Substanzen, welche das Hinzu-

kommen von Thieren, von Mist, und Absetzungen der Quellen gewöhnlich mit in den Boden bringen, verändert werden konnte.

Es schienen mir diese Dammerden fruchtbar, zumal, wenn sie mit einer gewissen Quantität Sand oder Kies vermischt waren, der den Wurzeln zu Anhaltepunkten dient, und dem Sauerstoffgase den Zutritt verstattet: ich nehme indessen die davon aus, welche sich in den Stämmen gewisser Bäume, zum Beyspiel der Eichbäume, bilden. Wenn hier das Wasser keinen Abfluss gehabt hat, so findet man diese mit einer übergrossen Quantität von Extraktivstoffen überladen, welche dann die Gefässe der Pflanzen verstopfen. Diese auflöslichen Prinzipien kommen in diesem Falle nicht aus der Düngerde allein, sondern zum Theil mit aus dem lebenden Baume, und sind dann noch nicht zur Ernährung aller Vegetabilien geschickt.

Folgende Operationen geben uns eine Uebersicht der Verschiedenheiten, die man im Allgemeinen zwischen der Zusammensetzung der Dammerde und der Zusammensetzung der Pflanzen, aus denen sie hervorkommt, wahrnehmen kann.

Destillation des Eichenholzes:

Zweyhundert Gran (10,614 *grammes*) troknes Eichenholz bey einer Gluhhitze destillirt, gaben 116 Kubikzoll 2293 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas, + 80 Gran (4,25 *grammes*) Wasser, welches brenzlich holzsaures Ammoniak (*pyrolignate d'ammoniaque*) mit einem Ueberschuss von brenzlichter Holzsäure (*acide pyroligneux* + 13 Gran (589 *milligrammes*) bituminösen empyreumatischen Oel aufgelöst enthielt. Die

in der Retorte zurükgebliebene Kohle wog 42 Gran (2,23 *grammes*): sie enthielt ½ Gran (26 *milligrammes*) Asche.

Destillation der braunen Dammerde von Eichenholze:

Zweyhundert Gran (10,614 *grammes*) trokner Eichenholzerde, wie das vorhergehende Holz destillirt, lieferten 124 Kubikzoll (2456 *centimètres cubes*) gekohltes Wasserstoffgas, + 34 Kubikzoll (673 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas, + 53 Gran (2,81 *grammes*) Wasser, welches brenzlicht holzsaures Ammoniak und kohlensaures Ammoniak, + 10 Gran (530 *milligrammes*) bituminösem empyreumatischem Oel in Auflösung enthielt. Die in der Retorte rükständig gebliebene Kohle wog 59 Gran (3,13 *grammes*): sie enthielt 8 Gran (424 *milligrammes*) Asche.

Destillation ganzer Pflanzen von der rostbraunen Schneerose (Rhododendron ferrugineum.)

Zweyhundert Gran (10,614 *grammes*) dieser getrokneten Pflanzen, gaben in einer bis zur Glühhitze getriebenen Destillation, in einer verkitteten Glasretorte 100 Kubikzoll (1982 *centimètres cubes*) gekohltes Wasserstoffgas, + 32 Kubikzoll (634 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas, + 63 Gran (3,34 *grammes*) Wasser mit brenzlicht holzsaurem Ammoniak und einem Ueberschuss von Holzsäure versehen, + 32 Gran (1,7 *grammes*) harzig-brenzlichtem Oel. Die in der Retorte zurükgebliebene Kohle wog 53 Gran (2,813 *grammes*): sie enthielt 3 Gran (159 *milligrammes*) Asche.

Destillation der schwarzen Dammerde von dieser Schneerose.

Zweyhundert Gran (10,614 *grammes*) dieser getrokneten Düngererde, bey Glühhitze destillirt, gaben

103 Kubikzoll (2040 *centimètres cubes*) gekohltes Wasserstoffgas, + 34 Kubikzoll (673 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas, + 57 Gran (3 *grammes*) mit brenzlicht holzsaurem Ammoniak beladenes Wasser, + 11 Gran (557 *milligrammes*) bituminöses empyreumatisches Oel. Die rükständige Kohle der Destillation wog 65 Gran (3,45 *grammes*), und sie enthielt 13 Gran (689 *milligrammes*) Asche.

Die Destillation der Rasen-Dammerde, der der Fichte *), und die Destillation dieser Gewächse selbst, lieferten mir Produkte, die den nemlichen Unterschied zeigten. Es geht daraus hervor, dass die unzersetzten Vegetabilien, bey gleichem Gewichte, mehr Sauerstoff, und weniger Kohlenstoff als ihre Düngererden enthalten; es ist uns indess unbekannt, ob der Kohlenstoff dieser letzteren mit ihren andern Stoffen gänzlich vereinigt ist.

Der Stikstoff findet sich in der Dammerde in grösserem Verhältniss, als in der noch nicht zerlegten Pflanze. Diess Resultat hat nichts auffallendes, weil die Gewächse, während sie durch die Berührung der Luft in Gährung übergehen, fast gar kein Stikgas entweichen lassen. Man kann diesem Grunde indessen nicht alles kohlensaure Ammoniak beymessen, das ich durch die Destillation der Dammerde erhalten habe; es kommt ohne Zweifel zum Theil mit von den Insekten her, die im Humus leben, und ihre Häute und andere Reste drinne lassen.

*) *Rothtanne*, Pinus Abies.

A. d. Ueb.

Der berühmte KLAPROTH erhielt bey der Destillation des Torfes Produkte a), welche ohne Zweifel nur sehr wenig Stikstoff enthielten, weil die Holzsäure in sehr grossem Ueberfluss darinne vorhanden war: aber der Torf kann nicht als eine wahrhafte Dammerde betrachtet werden; er ist ein Rükstand der Zersetzung von Vegetabilien, die in stehenden Wassern, und zum Theil ohne Berührung der Luft vor sich gegangen ist, in diesem Falle geben sie ihren Stikstoff in Gasform von sich. Der Torf scheint einen Antheil Kohlenstoff zu enthalten, der aber geringer ist, als man in einer schon fertigen oder vollendeten Dammerde findet. Man vergleiche die Verkohlungen der Dammerde nr. 8, 15, 19, mit den Verkohlungen von Torfarten nr. 32 und folgenden, auf der am Ende dieses Capitels beygefügten Tabelle.

Die Säuren äussern bey ihrer Vermischung mit der Dammerde keine ausgezeichnete Wirkung, sie erregen kein Aufschäumen, lösen sie nicht gänzlich auf, und versehen sich mit einem Theile Eisen und erdigen Stoffen, welche diese Erde enthält, aber nur sehr wenig mit vegetabilischen Theilen: die conzentrirte Salzsäure und Schwefelsäure machen sie mit dem Beystand der Wärme zu Kohle, und entbinden daraus, nach VAUQUELIN's Beobachtung, die Essigsäure.

Der Alkohol löst die Dammerde nicht auf, er trennt gewöhnlich nur eine kleine Quantität Extraktivstoffe und Harz davon, welches ohngefähr höchstens

a) Beyträge zur chemischen Kenntniss, dritter Band.

so viel als zwey oder drey Hunderttheile des Gewichtes der Gartenerde ausmacht.

Die Pottasche und die Soda lösen die Dammerde fast gänzlich auf, und sie lässt während ihrer Einwirkung Ammoniak entweichen. Diese Auflösung wird durch die Säuern zersetzt, welche daraus ein verbrennliches Pulver niederschlagen, dessen Menge im Verhältniss zu der bey dieser Operation aufgewandten Dammerde gering ist.

§. 2.

Extraktivstoffe der Dammerde.

Die Dammerde in Substanz ist im Wasser unauflöslich. Letzteres trennt nur die ausziehbaren Stoffe von ihr, welche noch nicht die Düngererde selbst sind. Ich werde durch die folgenden Versuche eine kurze Uebersicht der Quantität von Extrakt geben, womit sich das Wasser, wenn es auf einen fruchtbaren Boden fällt, voll ladet.

Ich habe zu derselben Zeit, den nemlichen Versuch mit der schweren Erde eines Gemüsegartens, die mit Mist noch gedüngt worden war, angestellt. Zehntausend Theile dem Gewichte nach, aus ihr ausgepresstes Wasser gaben ein Extrakt, welches trocken zehn Theile wog.

Der nemliche Versuch, bey gleichen Umständen mit einer lockern Erde eines Ackers, welcher eine gute Getraideernte eintrug, angestellt, gab, aus zehntausend Theilen Wasser, vier Theile Extrakt.

Die Düngererden waren vor dem Experimente trocken, und das zu ihrer Anfeuchtung gebrauchte

Wasser enthielt durchaus kein kohlensaures Gas; diess verhielt sich aber anders, als es daraus gezogen war, alsdann trübte es das Kalkwasser durch kohlensauren Kalk, jedoch nicht viel mehr als das Wasser der gewöhnlichen Quellen: hundert Kubikzoll Düngererden-Wasser, die ich in die nemliche Retorte ausgepresst, worinne ich sie unmittelbar darauf kochen liess, lieferten eine Luftart, welche höchstens zwey Kubikzoll kohlensaures Gas enthielt. Diese Bestimmung ist vielleicht nicht sehr genau, allein andere Beobachtungen sagen schon, dass die Quantität des kohlensauren Gases, welches von den Wurzeln in einem gewöhnlichen Boden geschöpft wird, nicht beträchtlich sey.

Bringt man in einen Ballon den ganzen obern Theil einer grünen Pflanze, die in Dammerde eingewurzelt ist, und schliesst den Hals dieses Gefässes genau am Ursprunge des Stengels, so kann man nur nach Verlauf mehrerer Tage, oder selbst mehrerer Wochen erst eine kleine Verbesserung der Luft in dem Ballon wahrnehmen, wenn schon das Volumen des durch die Blätter ausgehauchten Wassers sehr gross ist.

Die Quantität von Extrakt, welche das kochende Wasser von den reinen, natürlichen [b]) und auf freiem Felde gebildeten Sorten von Dammerde trennen kann,

b) Ich verstehe durch diese Benennungen eine Dammerde, welche nach ihrer Verbrennung nur eine geringe Menge Asche nachlässt, die nicht den zehnten Theil ihres Gewichts übersteigt. Ich setze auf gleiche Weise voraus, dass die Dammerde nicht durch Düngung verbessert worden, noch auch durch eine künstliche Aufhäufung zu einerley Zeit abgestorbener Vegetabilien gebildet worden sey.

ist nicht beträchtlich. Ich habe diese Dammerde zwölf aufeinander folgenden Abkochungen unterworfen; jede dauerte eine halbe Stunde, und brauchte dazu eine Wassermenge, die das Gewicht der Düngererde vier und zwanzigmal überstieg. Die Quantität von Extrakt, welche ich nach allen diesen Verfahrungen herausziehen konnte, überwog nicht den elften Theil des Gewichtes dieser Dammerde; sie war oft weit geringer. Es schien mir, dass eine reine Dammerde, welche durch die zwölf Abkochungen, von welchen ich eben gesprochen, eine Quantität Extrakt den elften Theil des Gewichtes derselben gleich, gab, unter übrigens gleichen Umständen, den Bufbohnen und den Erbsen weniger fruchtbringend war, als die nemliche Erde, wenn sie nur die Hälfte oder zwey Drittel der Quantität Extrakt, die ich angegeben habe, enthielt.

Wenn die Quantität von Extrakt, welche die Dammerde besitzen muss, um eine schöne Vegetation zu unterhalten, nicht zu gross seyn soll, so darf sie auch auf der andern Seite wiederum nicht zu gering seyn. Ich habe eine fast ganz reine Dammerde zwölf auf einander folgenden Auskochungen, mit immer wieder erneutem Wasser unterworfen, und dann, in zwey Blumenäschen, Bufbohnen, Erbsen, und Gerstenkörner hereingesäet, und selbige mit Regenwasser, dessen Reinheit der des destillirten gleich gesetzt werden konnte, begossen. Andere ähnliche Saamenkörner, wurden zu gleicher Zeit, in zwey eben solchen Blumenäschen, in dergleichen Sorte von Gartenerde gesteckt; letztere war aber noch nicht von ihrem Extrakte befreyt worden. Die Pflanzen trugen bey dem einen, wie bey dem andern Versuche fruchtbare Saa-

men, aber das Gewicht dieser Gewächse und ihrer Saamenkörner war um ein Viertheil grösser, wenn sie in der mit ihrem Extrakte noch versehenen Gartenerde gewachsen waren, als wenn sie in der erschöpften gelebt hatten. Indessen hatte doch das Kochen nicht die äussern Charaktere der letztern verändert; man konnte sie weder durchs Auge noch durch das Gefühl von der unterscheiden, welche ihr Extrakt noch besass. Es schien mir blos, dass die erschöpfte Dammerde eine grössere Menge von Wasser einsaugen oder an sich halten konnte.

Hundert Theile trokner, und des grössten Theiles ihrer auflöslichen Bestandtheile beraubter Dammerde konnte 477 Theile Wasser zurükhalten.

Die trokne ungewaschene Dammerde hielt deren nicht mehr, als vierhundert Theile an sich.

Es geht mit der Dammerde, wie mit dem Holze, es kann durch das Wasser nicht gänzlich seiner Extraktivstoffe beraubt werden, wenigstens nicht unter unsern Augen, und mit der Berührung der Luft. Die ersten Macerationen oder Abkochungen nehmen mehr Extrakt weg, als die nachfolgenden, aber man erreicht bald einen Punkt, wo sie nur eine bestimmte Menge desselben giebt, oder die doch wenigstens nicht merklich differirt Setzt man die angefeuchtete Dammerde einer lange fortgesetzten Einwirkung der äusseren Luft aus, nachdem sie auf den höchsten Punkt dieser Erschöpfung gekommen ist, so erleidet sie eine Veränderung, mittelst welcher sie im Stande ist, eine grössere Quantität Extrakt zu liefern, als durch die vorhergehende Abkochung. Zehntausend Theile trok-

ner und schwarzer Dammerde aus der Schneerose (Rhododendrum ferrugineum) welche nach der Verbrennung, fünf und sechzig Theile Asche gaben, wurden einem Aufwallen mit vier und zwanzigmal so viel, als ihr Gewicht betrug, destillirtem Wasser, unterworfen; dieses Dekokt gab nach der Durchseihung eine Quantität Extrakt von 250 Theilen Gewicht. Das der neunten Abkochung wog vierzig Theile. Die zehnte und elfte Abkochung gaben, jede besonders, eine ähnliche Quantität. Die bis auf diesen Grad erschöpfte und wieder angefeuchtete Dammerde, wurde drey Monate lang der Einwirkung der freien Luft, aber vor Staub geschützt, ausgesetzt. Nach dieser Zeit unterwarf man sie einer zwölften, der vorigen ähnlichen Abkochung, und sie gab ein Extrakt, was acht und funfzig Theile wog. Eine Maceration in kaltem Wasser bringt die nemliche Wirkung hervor. Setzt man dergleichen lange fort, und wiederholt sie mehr als funfzig mal, mit der nemlichen schon durchs Kochen erschöpften Dammerde, so bringen sie jederzeit, wenigstens in Berührung mit der Luft, Infusionen hervor, die durch ein sehr leicht auflösliches Extrakt gefärbt sind.

Die durch das Auskochen zum Theil ihrer Extraktivstoffe beraubte Dammerde, liefert bey der Destillation beynahe die nemlichen Produkte, wie die noch nicht erschöpfte; bloss der Antheil an rükständiger Kohle ist etwas weniger ansehnlich bey der zum Theil ausgesogenen Erde. Hundert Theile dieser letztern lieferten drey und dreyssig und ein viertel Kohle, welche fünf und ein viertel Asche gab. Hundert Theile der nemlichen Dammerde, ihres Extraktes be-

raubt, lieferten bey der nemlichen Verfahrungsart ein und dreyssig Gran Kohle, welche sechs und ein halb Theile Asche enthielt c). Diese Zunahme in dem Verhältnisse des Kohlenstoffes der Dammerde, ist auf sehr enge Gränzen eingeschränkt. Als ich diese nemliche erschöpfte Dammerde von frischem wieder mehreren Auskochungen unterwarf, gelang es mir nicht, die Proportion des Kohlenstoffes fernerhin zu vermehren, ob ich gleich bey dieser Gelegenheit eine grosse Menge Extrakt herausbrachte.

Das Extrakt der Dammerde schmilzt nicht; es liefert bey der Destillation kohlensaures Ammoniak. Die in eine syrupähnliche Form gebrachte wässrige Auflösung dieses Extraktes ist weder alkalisch, noch sauer: sie hat einen zuckerartigen Geschmack, schlägt sich an der Luft zu Boden, und wird nach einigen Augenblicken durch das Kalkwasser, durch die kohlensaure Pottasche, und durch die meisten metallischen Auflösungen getrübt. Vermischt man sie mit Alkohol, so löst dieser einen kleinen Theil davon auf, und trennt einen andern, der ihm unauflöslich bleibt. Der auflösliche Bestandtheil im Alkohol ist sehr leicht schmelzbar. Das durch die erstern Macerationen der

c) Man sehe die zu diesen Verkohlungen angewandte Verfahrungsart in der Note am Ende dieses Capitels.

d) Ich weiss nicht, ob dieser schmelzende Extraktivstoff durch den in grossem Ueberfluss vorhandenen, nicht schmelzenden eingewickelt wird, so dass dieser den erstern hindert, die Feuchtigkeit der Luft anzuziehen, oder, ob der Alkohol eine neue Verbindung in den Grundstoffen des Extraktes bestimmt.

Dammerde im Wasser gelieferte Extrakt enthält, bey gleichem Gewichte, ein grösseres Verhältniss von schmelzbarem Prinzip, als das, welches durch die folgenden Macerationen hervorgebracht wird.

§. 3.

Von den in der Dammerde enthaltenen Salzen.

Die chemischen Reagentien lassen gewöhnlich, wenn sie blos einfach mit einem Aufgusse natürlicher Dammerde vom freien Felde gemischt werden, keine bedeutenden Quantitäten von Pottasche, salzsauren, oder schwefelsauren Alkalien entdecken, vorausgesetzt, dass die Unterlage, auf welcher sie ruht, nichts davon hineingebracht habe. Der grösste Theil der alkalischen Salze, welche die Vegetabilien enthalten, zeigt sich nur in dem Rükstande ihrer Verbrennungen; das nemliche findet bey den in der Dammerde befindlichen Salzen statt.

Mehrere Schriftsteller haben geglaubt, dass sich die Pflanzen die Salze selbst schaffen, welche sie enthalten, weil die Aschen der meisten natürlichen Dammerden beym kochenden Wasser keine Salze von sich geben. Dieser Schluss ist ohne Zweifel voreilig. Alle Dammerden, die ich untersucht habe, enthielten alkalische Salze, obgleich den Aschen dieser Erden oftmals durch kein Wasser etwas abzugewinnen war. Allein diese Salze wurden durch eine Art von Halbverglasung mit den erdigen Stoffen in der Asche festgehalten, wenn jene letztern in Ueberfluss vorhanden waren. Hundert Theile Rasendammerde gaben mir durch die Verbrennung funfzig Theile Sand oder Asche,

welche dem kochenden Wasser keine salzigten Substanzen abtrat. Hundert Theile troknes Extrakt der nemlichen Dammerde aber, gaben vierzehn Theile Asche, und hundert Theile der letztern lieferten mit kochendem Wasser eine Lauge, welche fünf und zwanzig Theile Salze enthielt, welche aus freier Pottasche, und aus salzsauren und schwefelsauren Alkalien bestanden. Eine weitere Analyse bewies mir, dass das Wasser nur die Hälfte der in dieser Asche enthaltenen Salze herausgezogen hatte.

Hundert Theile von der Dammerde der rostbraunen Schneerose (Rhododendron ferrugineum) enthielten sechs und einen halben Theil Asche. Hundert Theile dieser Asche konnten dem Wasser nicht mehr als einen halben Theil alkalischer Salze abgeben. Hundert Theile Asche des Extraktes dieser Dammerde aber gaben dem Wasser den dritten Theil ihres Gewichts an alkalischen Salzen ab, und es fehlte noch viel, dass sie diese Flüssigkeit gänzlich ausgezogen hätte.

Ich habe die nemlichen Versuche mit sechs andern sehr verschiedenen Dammerden angestellt; sie gaben mir alle ähnliche Resultate.

§. 5.

Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit der Dammerde erleidet.

Die Dammerde ist der Rükstand einer verfaulten Substanz, ist selbst aber nicht mehr für die Fäulniss empfänglich. Sie kann sogar als ein fäulnisswi-

driges Mittel (antisepticum) betrachtet werden; denn die Extraktivstoffe, welche sie enthält, sind im Stande in eine faulige Gährung überzugehen, wenn sie sich abgesondert befinden; sind sie aber mit der Dammerde in Verbindung, so erleiden sie solche nicht.

Ich habe länger als ein Jahr hindurch reine, nicht erschöpfte Dammerden unter Rezipienten voll Wasser, die mit Quecksilber gesperrt waren, erhalten; sie stiessen ganz und gar kein Gas aus, wenn ich etwa eine kleine Quantität Kohlensäure abrechne, womit sich das sie bedeckende Wasser wol angeschwängert haben kann.

Man kann nicht zweifeln, dass die Dammerde, wenn man ihre salzigen und erdigen Stoffe davon ausnimmt, durch die vereinigte Wirkung der Luft und des Wassers nicht sollte gänzlich zerstörbar seyn. Ohne mich hier auf kleinliche oder sehr specielle Untersuchungen berufen zu müssen, kann ich, um diess zu beweisen, nichts besseres thun, als die Beobachtungen meines Vaters hierher setzen, (*Voyages dans les Alpes* §. 1319.) die er über die Dammerde, womit die Ebenen zwischen Turin und Mailand bedekt sind, und deren Kultur bis ins graueste Alterthum zurükgeht, angestellt hat.

„Die geringe Dicke der vegetabilischen Erdlage, „welche man in diesen Ebenen bemerkt, scheint mir „ebenfalls zu beweisen, dass man die Menge dieser „Erde nicht zum Maasstabe der Zeit annehmen müsse, „die, seitdem dieses Land angefangen hat, Gewächse „hervorzubringen, verflossen seyn mag; denn in „diesen Raume von zehn Meilen, zwischen Turin

„und St. Germano sah ich nie eine Dicke derselben, „die mehr als einen Fuss betragen hätte; nun beweist „aber meiner Meinung nach die Kleinheit dieser Quan- „tität, dass solche Erde einer Zersetzung unterworfen „ist, welche ihrem Anwachsen Gränzen setzt; denn „woher käme es sonst wohl, dass ein flaches, frucht- „bares, und seit länger als dreytausend Jahren ange- „bautes Land keine dickere Lage davon besässe?"

„Die Zerstörbarkeit dieser vegetabilischen Erde „ist eine Thatsache, die weiter keine Ausnahme leidet, „und Ackerbauer, die durch oftmals wiederholtes Um- „pflügen die Düngung ersetzen wollten, haben die „traurige Erfahrung davon gemacht. Sie haben ihre „Erde allmählig ärmer, und die Felder durch die Zer- „störung der Pflanzenerde unfruchtbar werden ge- „sehen."

„Da demnach diese Erde zerstörbar ist, so muss „die Quantität derselben, die sich zerstört, ihrer ab- „soluten Menge bis auf einen gewissen Punkt verhält- „nissmässig seyn; und da auf der andern Seite die „Quantität, welche sich jährlich davon erzeugt, be- „schränkt ist, so müssen ihrem Anwachsen nothwen- „dig gewisse bestimmte Gränzen gesetzt seyn."

„Die Gränzen dieses Wachsthums müssen nach „dem Clima, nach der Natur, und der Lage des „Grundbodens, welcher der vegetabilischen Erde zur „Unterlage dient, nach den Pflanzen, die daselbst „wachsen, nach der Art der Bearbeitung und Cultur, „die man ihnen giebt, ja endlich nach der Frucht- „barkeit des Landes selbst verschieden seyn. Allein, „wenn sich sogar alle Ursachen, welche auf eine Ver-

„mehrung der Dicke dieser Erdlage abzwecken, wo „vereinigt fänden, würde man doch nicht zweifeln „können, dass sie endlich ein gewisses Maximum „erreichte, über welches hinaus die zerstörenden Ursa„chen, die alsdann den hervorbringenden gleich ge„kommen wären, ihr nicht weiter sich zu erheben ge„statten würden."

Reine, mit destillirtem Wasser getränkte, und unter mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gefüllte und durch Quecksilber gesperrte Rezipienten gebrachte Dammerden bildeten daselbst kohlensaures Gas und brachten das Sauerstoffgas zum Verschwinden; sie konnten indess nie das Volumen dieser Atmosphäre um eine grössere Quantität vermindern, als das Volumen des zu ihrer Befeuchtung dienenden Wassers ausmachte, die Quantität der Dammerden und die Dauer des Versuches mochte übrigens seyn, welche sie wollten; sie wurden bisweilen auf ein ganzes Jahr verlängert. Wenn das zum Anfeuchten dienende Wasser vorher mit kohlensaurem Gas angeschwängert worden war, so veränderten sie das Volumen ihrer Atmosphäre gar nicht. Das verzehrte Sauerstoffgas fand sich in einer aufs strengste gleichen Quantität in dem erzeugten kohlensauern Gase wieder, und sie liessen weder Wasserstoffgas noch Stikstoffgas entweichen.

Es geht ganz augenscheinlich aus diesen Versuchen hervor, dass die Gartenerde das atmosphärische Sauerstoffgas weder bindet noch sich aneignet. Die Wirkung des letztern schränkt sich blos darauf ein, der Dammerde Kohlenstoff zu entziehen.

Um die eben angezeigten Resultate zu erhalten, ist es nothwendig, dass die Dammerde nicht mit tho-

nigten oder eisenrostigen Absetzungen beladen sey. Das unvollkommen oxydirte Eisen, welches in diesen Niederlagen enthalten ist, verbindet sich zwar in der That mit dem Sauerstoffgas; allein diese Wirkung wird weder von der Dammerde, noch von reinen Erden, noch selbst merklich von Eisen und Braunsteinoxyd hervorgebracht, welche mit dem vegetabilischen Theil der Dammerde in Verbindung treten, und deren Daseyn die Einäscherung gezeigt hat.

Das Sauerstoffgas raubt derjenigen Dammerde, die noch mit ihren Extraktivstoffen versehen ist, eine grössere Menge Kohlenstoff, als einer, der man dieselben durch Kochen entzogen hat. Letztere bildete bey gleichem Gewichte die Hälfte weniger kohlensaures Gas mit der atmosphärischen Sauerstoffluft, als die nemliche nicht erschöpfte Dammerde.

Eine angefeuchtete und in einem Gefässe befindliche Dammerde, das ihre Extraktivstoffe nicht davon gehen lässt, verliert, wenn man sie in troknem Zustande betrachtet, einen Theil ihres Gewichtes durch die Berührung mit Sauerstoffgas, und dieser Verlust ist grösser als der Verlust von Kohlenstoff, welchen ihr dieses Gas entzieht. Ich habe in einem Glasgefässe eine Unze (30,57 *grammes*) im Schatten bey einem bestimmten Grade des Thermometers und Hygrometers getrokneter e) Dammerde von Rhododendron mit Wasser vermischt, bis sie nichts mehr einsaugen konn-

e) Diese Dammerde war schon seit langer Zeit trocken, wenn man sie anfühlte; demohngeachtet aber variirte ihr Gewicht nach dem Grade des Thermometers und Hygrometers.

te: ich brachte dieses Gefäss unter einen weiten Rezipienten voll atmosphärischer Luft; selbige wurde zu verschiedenen Malen erneuert, und bey jedesmaligen solchen Verfahren eudiometrisch geprüft.

Der Versuch dauerte vier Monate. Die Dammerde brachte drey davon unter dem Rezipienten zu, und den vierten in freyer Luft, in demselben Grade der Temperatur, worin sie sich vor ihrer Mischung mit dem Wasser befunden hatte, um zu troknen. Ich fand alsdann, dass ihr Gewicht um sechszehn Gran (oder 849 *milligrammes*) vermindert worden war. Sie hatte während ihrer Einsperrung unter dem Rezipienten vier und zwanzig Kubikzoll (476 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas zum Verschwinden gebracht, und selbige durch ein gleiches Volumen von kohlensaurem Gas ersetzt. Sie hatte daher während dem ganzen Versuche ohngefähr zwey und dreyssig Kubikzoll kohlensaures Gas gebildet, vorausgesetzt, dass die Bildung der Kohlensäure, während dem Einsperren unter dem Rezipienten und während der Austroknung, gleich gut von statten gieng *f*). Da nun zwey und dreyssig Kubikzoll kohlensaures Gas, nach Lavoisier sechs Gran Kohlenstoff enthalten, so muss die Dammerde ausser

f) Die Dammerde bildet wahrscheinlich bey übrigens ganz gleichen Umständen, unter einen Rezipienten weniger kohlensaures Gas, als in der freien Luft; da sie aber in den letztern Perioden ihres Troknens, die doch viel Zeit wegnehmen, fast gar keine Wirkung auf das Sauerstoffgas äussert, so glaube ich, dass die Quantität des kohlensauren Gases, welche ich der Austroknung beimesse, eher im Ueberfluss als im Mangel vorhanden ist.

diesem Elemente noch eine Quantität Sauerstoff und Wasserstoff verloren haben, welche durch zehn Gran Wasser auch wirklich dargestellt wurde.

Das Verhältniss des Kohlenstoffes nimmt durch die Entziehung dieser Flüssigkeit, in dem Rükstande der Vegetabilien welche sich in Dammerde verwandeln, zu, allein der Kohlenstoff vermehrt sich durch diese Operation, wie ich zu glauben geneigt bin, in einer vollkommenen, oder vollendeten Dammerde nicht; sie muss durch die Einwirkung der Luft und des Wassers fast allen ihren Sauerstoff, ihren Wasserstoff und ihren Kohlenstoff in dem nemlichen Verhältnisse verlieren. Verlöre sie ihren Wasserstoff und ihren Sauerstoff in grösserem Verhältniss als den Kohlenstoff, so würde man oft auf einem, von Vegetation der seit langer Zeit verlassenen Boden Rükstände finden müssen, welche fast ganz reiner Kohlenstoff oder Kohle seyn müssten. Man findet aber dergleichen nicht, und alle liefern bey der Destillation nur Produkte, wovon der Kohlenstoff höchstens die Hälfte ausmacht.

Der Kohlenstoff ist ein sehr mächtiges fäulnisswidriges Mittel, und der Zustand, in welchem sich die Dammerde befindet, scheint dazu geeignet, ihm in einem gewissen Verhältnisse diese Eigenschaft mitzutheilen. Ich habe mehrere gleiche Gefässe mit verschiedenen reinen, oder doch beynahe reinen Dammerden angefüllt; ich brachte in jede derselben eine gleich grosse Quantität Rindfleisch. Die nemliche Probe wurde alsdann unter übrigens völlig gleichen Umständen auch mit Sägespänen derjenigen Hölzer unternommen, aus welchen jene Dammerdarten ent-

standen waren; ferner mit reiner Kohle, mit Kalksand, mit Kieselsand, mit thonigtem Sand, und an der freien Luft. Das Fleisch erhielt sich in der Kohle ein wenig länger, ohne sich zu verändern, als in der Dammerde; allein weit länger noch blieb es in den Dammerden gut, als in den Sägespänen, in den verschiedenen Sandarten von denen ich gesprochen, und in der freien Luft. Dieser fäulnisswidrigen (antiseptischen) Eigenschaft des humus ist es zum Theil zuzuschreiben, warum es einen so grossen Unterschied macht, ob man die Gewächse, um ihre Vegetation zu unterhalten, mit abgesonderten und nicht wieder erneuten Extraktivauflösungen ernährt, oder, ob man ihnen Dammerde giebt. Der unauflösliche Theil der letzteren verhindert die nicht zersetzten vegetabilischen Substanzen, den Gewächsen noch in Gährung begriffene Säfte mitzutheilen, die der Vegetation jederzeit nachtheilig sind.

Kürzliche Wiederholung.

Der Kohlenstoff findet sich in der Dammerde in grösserer Proportion als in den Pflanzen von denen sie entstanden ist. Indessen scheint das Verhältniss des Kohlenstoffes, den die Dammerde enthält, durch die fortgesetzte Thätigkeit der ihn erzeugenden Ursachen nicht in auffallender Menge vermehrt werden zu können.

Die angefeuchtete, aber in ihrem trockenen Zustande betrachtete Dammerde verliert in der Temperatur der atmosphärischen Luft von ihrem Gewichte, durch die Berührung des Sauerstoffgases: dieses fixirt-

sich darinne nicht, und vereinigt sich auch nicht mit dem Wasserstoffe der Düngererde um Wasser zu bilden, das Sauerstoffgas entzieht ihr blos Kohlenstoff. Sobald der Humus dieses Element verliert, lässt er auch zu gleicher Zeit seinen Sauerstoff und seinen Wasserstoff in der Gestalt von Wasser, und ein in dieser Flüssigkeit auflösliches Extrakt fahren. Die Dammerde scheint auf diese Weise in der atmosphärischen Temperatur, durch die vereinigte Wirkung des Sauerstoffgases und der Abspülungen des Wassers gänzlich zerstörbar zu seyn.

Die Extraktivsäfte der Dammerde tragen in gewissen Verhältnissen zu ihrer Fruchtbarkeit bey; ihre Aschen enthalten alle Bestandtheile der Asche der Vegetabilien.

Die Dammerde ist antiseptisch.

Note

über die Verkohlung verschiedener vegetabilischer Substanzen.

Destillirt man ein Gewächs oder einen seiner unmittelbaren Grundstoffe in einer wohl verklebten Glasretorte, so ist oft der Feuergrad, den diese noch ohne zu schmelzen aushalten kann, nicht hinreichend, alles Wasserstoffgas auszutreiben, welches mit der Kohle in Verbindung bleibt, und welches bey einem höhern Grad von Hitze entbunden werden könnte. Diese Verfahrungsart würde indessen nicht ohne Genauigkeit seyn, um uns über die relativen Quantitäten

von Kohle, welche in den nicht zu verflüchtigenden vegetabilischen Bestandtheilen enthaltên sind, urtheilen zu lassen, wenn die verschiedenen Arten von Kohle alle, beym höchsten Grade des Feuers den die Retorte aushalten kann, dasselbe Verhältniss der Menge von Wasserstoff zurükhielten. So ist es aber nicht: vegetabilische Substanzen, wie z. B. gewisse Saamen, die dicht und fähig sind, durch die Wirkung des Feuers wieder weich zu werden, halten eine grössere Quantität Wasserstoff zurük, als andere, welche mehr ausgedehnt sind, und sich nicht, wie der grösste Theil der Hölzer wieder erweichen.

Bey den Resultaten, die ich jetzt angeben will, war der zur Verkohlung angewandte Grad des Feuers stärker als der, welcher Silber im Fluss erhält; da sich nun das Gewicht der verschiedenen Kohlen nicht änderte, wenn ich sie einer noch höheren Temperatur aussetzte, so habe ich Ursache, zu glauben, dass sie unter und zu einander verglichen werden können. Ich habe in der Art, das Feuer zu behandeln, nicht abgewechselt, so wie auch nicht die Zeit geändert, die ich brauchte, um sie auf den höchsten Punkt der Hitze zu bringen.

Um dergleichen Verkohlungen vorzunehmen, wickele ich die trokne vegetabilische Substanz in Papier, und mache daraus eine genau zugemachte Düte, welche in eine zylindrische Büchse von Eisen oder in ein auf der einen Seite verschlossenes, auf der andern aber offenes Rohr gebracht wurde; es hat dieses Gefäss eine Länge von viertehalb Zoll (9 *centimètres*) und ist etwa anderthalb Zoll (4 *centimètres*) weit. Ich bringe oberhalb des Rohres einen eisernen Stöpsel (Deckel)

an, der mit einem vertikalen Griff versehen ist, um ihn wieder herausziehen zu können; er ist so eingerichtet, dass er mit Genauigkeit den innern Durchmesser des Cylinders einnimmt. In dieser Lage ist er mit Thon verklebt; er wird dann wieder mit einer Lage Kohlenstaub, und mit einer andern von Asche bedekt.

Nach der Operation wiege ich das kohlenhaltige Rohr, ohne es zu verändern, so lange es noch heiss ist, und ziehe davon das Gewicht der Kohle des Papiers ab, welches mir durch eine vorhergehende Operation bekannt geworden ist.

Die beym Einsammeln, dem Troknen, und der Einäscherung angewandten Vorsichtsmaassregeln sind die nemlichen, wie sie im neunten Capitel angegeben werden.

Man kann in verschiedenen Fällen nicht anders über die relativen Mengen von Kohle, welche allerley Substanzen liefern, urtheilen, als wenn man sie von Asche befreyt annimmt. Dieses Resultat ist auf der fünften Reihe der Verkohlungstabelle angegeben. Ich will hier ein Beyspiel davon anführen: 100 Theile einer Dammerde von Fichtenblättern (nr. 19.) gaben 28 Theile Asche; 100 Theile der nemlichen Dammerde gaben $52\frac{1}{2}$ Theile Kohle mit Asche in Verbindung; zieht man dieselbe von der Dammerde und der Kohle ab, und macht das Verhältniss $100 - 28 : 52,5 - 28 = 100 : x$, so findet man dass 100 Theile dieser Dammerde ohne Asche, 34 Theile Kohle geliefert haben würden.

Verkohlungen.

ZAHL der Verkohlungen.	NAMEN der Substanzen.	GEWICHT der Kohle, welche 100 Theile trokner Materie lieferte.	GEWICHT der Asche in 100 Theilen der troknen Substanz enthalten.	GEWICHT der Kohle, welche 100 Theile trokner Substanz nach Abzug der Asche geliefert haben.
1.	Eichenholz (*Quercus Robur*) ohne Splint.	19,75.	0,2.	19.69.
2.	Splint, zum vorhergehenden Holze gehörig.	17,5.	0,4.	17,16.
3.	Holz und Splint der vorhergehenden Eiche, durch wiederholte Auskochungen ihres Extraktes beraubt.	16,75.	0,2.	16,54.
4.	Rinde vom Stamme vorstehender Eiche.	26.	5.	22,1.
5.	Bast dieser Rinde.	24,8.	6,2.	19.82.
6.	Rinde von Eichenzweigen von fünf bis sechs Linien (1 *centimètre*) Durchmesser.	26,6.	6.	21,92.
7.	Geschälte Zweige vom Eichbaum; von fünf bis sechs Linien, (1 *centimetre*) Durchmesser.	17.	0,4.	16.66.
8.	Braune Eichenholz-Dammerde.	28,5.	4.	25,44.
9.	Eichenholz, welches ohne Berührung der Luft weiss gefault war.	20.	6,8.	14,1.

Verkohlungen.

Zahl der Verkohlungen.	Namen der Substanzen.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Materie lieferte.	Gewicht der Asche in 100 Theilen der troknen Substanz enthalten.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Substanz nach Abzug der Asche geliefert haben.
10.	Eichenblätter, im Mai eingesammelt.	30.	5,3.	26,1.
11.	Eichenblätter, im September gesammelt.	26.	5,5.	21,69.
12.	Levantische Galläpfel.	30.	2.	28,57.
13.	Kork.	22.	0,87.	21,31
14.	Ganze Pflanzen von *Rhododendron ferrugineum.*	23,5.	1,6.	22,5.
15.	Schwarze Dammerde, aus der vorhergehenden Pflanze gebildet.	31.	6,5.	26,2.
16.	Die nemliche Dammerde, durch wiederholte Auskochungen von ihrem Extracte befreit.	33,25.	5,25.	28,58.
17.	Geschältes Fichtenholz, (*Pinus Abies*).	20.	0,34. nach Kirwan.	19,72.
18.	Blätter obiger Fichte.	24,5.	3.	22,16
19.	Dammerde, die durch dergleichen Blätter gebildet worden.	52,5.	28.	34.

Verkohlungen.

Zahl der Verkohlungen.	Namen der Substanzen.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Materie lieferte.	Gewicht der Asche in 100 Theilen der troknen Substanz enthalten.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Substanz nach Abzug der Asche geliefert haben.
20.	Holz vom schwarzen Maulbeerbaume (*Morus nigra*), vom Splinte getrennt.	23,25.	0,7.	22,7.
21.	Splint, zum vorstehenden Holze gehörig.	17,25.	1,3.	16.
22.	Rinde dieses Baumes.	25.	8,9.	17,68.
23.	Bast der vorhergehenden Rinde.	18,1.	8,8.	10,19.
24.	Geschälte Zweige des Haselnussstrauches, (*Corylus Avellana*); sie hielten fünf Linien (1 *centimètre*) im Durchmesser.	16,5.	0,5.	16,08.
25.	Rinden vorstehender Zweige.	25,6.	6,2.	20,68.
26.	Blätter des Haselnussstrauches, im Mai gesammelt.	29,25.	5,8.	24,9.
27.	Dergleichen im Junius eingesammelt.	29,5.	6,2.	24,84.
28.	Dergleichen im September gesammelt.	28.	7.	22,58.

Verkohlungen.

Zahl der Verkohlungen.	Namen der Substanzen.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Materie lieferte.	Gewicht der Asche in 100 Theilen der troknen Substanz enthalten.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Substanz nach Abzug der Asche geliefert haben.
29.	Stein- oder Weissbuchen-Holz (*Carpinus Betulus.*)	17,75.	0,6.	17,25.
30.	Splint zum vorhergehenden Holze gehörig.	17,5.	0,7.	16,92. Bey diesem Baume war d. Splint sehr wenig vom Holze zu unterscheiden.
31.	Rinde des obigen Baumes.	30,5.	13,5.	19,74.
32.	Torf, nach Klaproth's Analyse.	38,75.	18,5.	23,62 Diese in einer Glasretorte vorgenommene Verkohlung kann nicht vollständig seyn
33.	Holländischer Torf.	34,25.	21,3.	6,45

Verkohlungen.

Zahl der Verkohlungen.	Namen der Substanzen.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Materie lieferte.	Gewicht der Asche in 100 Theilen der troknen Substanz enthalten.	Gewicht der Kohle, welche 100 Theile trokner Substanz nach Abzug der Asche geliefert haben.
34.	Waitzen-Pflanzen, am ersten Mai, einen Monat vor dem Blühen gesammelt.	25.	7,9.	18,56.
35.	Dergleichen, blühende vom 14 Junius.	25.	5,4.	20,71.
36.	Dergleichen, mit reifen Saamen, vom 22 Julius	26,6.	3,3.	19,95.
37.	Stroh der vorhergehenden Pflanzen, ohne Saamenkörner.	23,6.	4,3.	20,13.
38.	Körner der vorstehenden Pflanzen.	20,5.	1,3.	19,45.
39.	Waitzenmehl.	19,5.	0,82.	18,83.
40.	Kleie.	23,25.	5,2.	19,04.
41.	Stärkmehl.	10,75	0,16.	10,6
42.	Gluten.	22,75.	1,25.	21,77.
43.	Arabisches Gummi.	17,75	2,5.	15,64.
44	Gummi Tragant.	16,75.	2.	15,05.
45.	Crystallisirter Zucker.	18,5.	0,1.	18,41.
46.	Weisses, ungeleimtes Papier.	11.	0,88.	10,2.
47.	Holländische, mehreremale ausgelaugte Leinwand.	14.	3.	11,34

Der grüne Theil scheint sich von den andern Theilen der Vegetabilien durch eine grössere Menge Kohlenstoff zu unterscheiden.

Das Verhältniss des Kohlenstoffs nimmt im Herbste in den grünen Theilen ab; sie befreien sich alsdann von ihren glutinösen und Extraktivsäften. Diese Stoffe sind sehr mit Kohlenstoff überladen, welches man auch daran sieht, dass ausgewaschenes Holz, Leinwand, und Papier nur ein sehr kleines Verhältniss von diesem Bestandtheile enthalten.

Das Holz enthält mehr Kohlenstoff als der Splint.

Die Rinde enthält gewöhnlich mehr Kohlenstoff als das Holz und der Splint. Dieses Resultat ist nicht bey allen Bäumen beständig, weil die Rinde keine gleichartige Substanz ist; ihre Oberhaut allein kohlt sich bey der Berührung mit der Luft. Der Bast und die innern Theile des Korks erleiden oft diese Modification aus gleicher Ursache gar nicht, und das Verhältniss ihres Kohlenstoffs wechselt bey verschiedenen Pflanzen, nach Umständen, welche uns zu bestimmen unmöglich ist, ab.

Sechstes Capitel.

Von der Vegetation in Aufenthaltsörtern *), welche von Sauerstoffgas entblösst sind.

Indem ich mich in den beyden vorhergehenden Capiteln mit der Zersetzung beschäftigte, welche die Gewächse nach ihrem Tode erleiden können, habe ich die Folgereihe meiner Untersuchungen über die Vegetation unterbrochen; die Abschweifung war indess nothwendig, damit die Wirkung, welche der todten Pflanze oder ihrer Gährung zugehört, von der, welche der Vegetation beygemessen werden muss, unterschieden werden könne.

Die Entwickelung verschiedener Gewächse in Medien denen das Sauerstoffgas mangelt, zeigt Erscheinungen, welche aus diesen beyden vereinigten Wirkungen hervorgehen.

§. 1.

Von den Pflanzen, welche ihre Vegetation im Stikgase nicht unterhalten können.

Die Vegetation (der Pflanzen) scheint sich mit Hülfe des Wassers in reinem Stikgase nicht anders

*) *Milieu. Ich habe dieses Wort bald durch Medium, bald durch (luftförmige) Umgebung, bald durch den obigen Ausdruck übersetzen müssen.* *A. d. Ueb.*

erhalten zu können, als durch das Sauerstoffgas, welches ihre grünen Theile daselbst aushauchen.

Pflanzen, welche dieser Theile beraubt sind, oder sie nur in kleiner Menge besitzen, können in dieser Atmosphäre nicht leben. Auf gleiche Weise keimen auch Saamen nicht, und wenn man geglaubt hat, Ausnahmen von dieser Regel zu entdecken, so entstand dieser Irrthum daher, dass man eine zu grosse Menge Wasser zu den Versuchen anwandte, welche, da sie nicht gänzlich vom Sauerstoffgase, welches darinn aufgelöst oder dazwischengelegt ist, befreyt werden konnte, dessen eine genugsame Menge lieferte, um die erste Entwickelung hervorzubringen. Nicht allein das Keimen geht im Stikgase nicht vor sich, sondern es sterben auch völlig gekeimte Saamen, die man in selbiges hineinbringt, bestimmt, wenn sie vor dem Einbringen in dieses Gas nichts weiter als ihre Würzelchen hervor getrieben haben. Ich habe dergleichen Versuche mit Saamenkörnern von Erbsen, Gartenkresse *), Brunnenkresse **) und Wasserknöterich (Polygonum amphibium) angestellt; sie verfaulten alle, ohne sich zu entwickeln. Allein der grösste Theil der Pflanzen, welche aus diesen Saamen gekommen waren, hielten sich in diesem Gas gut, und verlängerten sich ohne Stillstand, wenn sie erst hineingebracht wurden, nachdem sie im Ueberfluss mit ihren grünen Theilen oder Blättern versehen waren.

*) Lepidium sativum L.
**) Sisymbrium Nasturtium L.

Holzige Zweige des Pappelbaumes (Populus nigra) und der Weide (Salix alba) deren Blattknospen eben aufbrechen wollten, konnten diese Entwickelung mit Hülfe des Wassers im Stikgase weder im Sonnenscheine, noch im Schatten zu wege bringen; sie giengen darinn nach Verlauf von funfzehn Tagen in Fäulniss über; die nemlichen Zweige beblätterten sich nach drey oder vier Tagen, wenn man sie, bey übrigens gleichen Umständen unter Rezipienten voll gemeiner Luft brachte, und sie unterhielten ihre Vegetation mehrere Wochen lang darinne.

Eine verwelkte Pflanze überzieht sich sicher jedesmal mit Schimmel, wenn man sie an einem schwach erleuchteten Orte, in einen durch Wasser verschlossenen Rezipienten voll gewöhnlicher atmosphärischer Luft, oder Sauerstoffgas bringt; sie thut dieses nicht im Stikgase. Ich habe dergleichen ganz fertig gebildeten Schimmel in letzteres Gas gebracht, wo er nicht weiter zunahm: es ist aber nothwendig, dass dieses Gas vollkommen rein sey, denn die geringste Quantität Sauerstoffgas ist hinlänglich, um die Vegetation in diesen sehr kleinen Pflanzen zu erhalten *).

*) *Wie sehr überhaupt die Luft, und namentlich das Sauerstoffgas zur Entstehung dieser, zwischen dem Thier- und Pflanzenreiche schwankenden Bildungen (Infusionsthierchen und dergleichen) nothwendig sey, haben schon frühere Erfahrungen gezeigt.* (Z. B. Wrisberg observation. de animalculis infusoriis sat. etc.) *Selbst die Saamenthierchen des reifen männlichen Saamens entstehen, neueren Beobachtungen zufolge, bloss durch den Zutritt des Sauerstoffgases zu diesem Liquor, und sind in ihm, so lange er sich im Körper befindet, nicht vorhanden. So wie überhaupt das Sauerstoffgas*

Rosen, Lilien, und Nelken, welche ich zwey oder drey Stunden vor ihrem gänzlichen Aufbrechen gesammelt hatte, und die auch in der That in Rezipienten voll atmosphärischer Luft nach Verlauf dieser Zeit völlig aufblühten, konnten dieses mit Hülfe des Wassers im Stikgase nicht bewerkstelligen. Sie verfaulten in dem nemlichen Zustande von Entwickelung in welchem sie gepflükt worden waren, und schneller noch, als in der gemeinen Luft; im luftleeren Raume fanden diese Wirkungen gleichfalls statt.

Wenn man gesagt hat, dass sich die Rose im luftleeren Raume besser halte, als in der gewöhnlichen Luft, so ist man durch einen falschen Anschein betrogen worden. Es ist wahr, sie verliert in dieser letztern ihre Blumenblätter früher, allein diess zeigt bey

die Gestaltung des flüssigen bildbaren Stoffes zu befördern scheint, so zeigt es sich hier als wahrhaft nothwendig zur Entstehung des neuen Organismus; der Schimmel, ein vegetabilitsch organisirter (d. h. mit seinem Boden noch unmittelbar verbundener) Theil der dem Todten entrissenen Materie ist ohne Zweifel ein Produkt aus der Verbindung der letztern mit einem Grundbestandtheile der atmosphärischen Luft, und braucht denselben zu seiner Erzeugung, so wie späterhin gleich andern Gewächsen zur weitern Erhaltung. Die alte Idee, von beständig bey dergleichen Geschöpfchen vorhandenen Eiern oder Saamen, aus denen sie entstanden seyn sollen, hat hoffentlich wohl bey denen ihr schwaches Ansehen verloren, die da wissen, wie aus einem abgestorbenen dazu passenden Körper unter gewissen schicklichen Einflüssen der Elemente Verbindungen hervorgehen können, die bald als Byssus, Conferve, Schimmel u. dergl. bald als Infusionsthier oder förmlicher Wurm zum Vorschein kommen u. s. w.

A. d. Ueb.

dieser Pflanze durchaus keine Zersetzung an, da es eine gewöhnliche Wirkung der Vegetation ist; die abgefallenen Blumenblätter duften einen schwachen, aber angenehmen Geruch aus. Das Gegentheil findet im luftleeren Raume oder im Stikgase statt: eine Rose scheint darinn länger ihre Gestalt und Farbe zu erhalten; wenn man sie aber nach Ende von funfzehn Tagen glaubt frisch herauszuziehen, so haucht sie einen faul stinkenden Geruch aus, ihre Blumenblätter sind verdorben, und man sieht, dass dieses scheinbare Leben einen wahren Tod verbarg.

§ 2.

Von den Pflanzen, welche im Stikgase vegetiren können.

Man findet, wie ich schon gesagt habe, dass nur diejenigen Pflanzen, welche im Ueberflusse mit grünen Theilen versehen sind, in Stikgas vegetiren können, und selbst diese gedeihen darinn nicht alle auf gleiche Weise. Es scheint mir, dass sie, wenn es gelingen soll, viele Oberfläche darbieten, und aus der Klasse derjenigen genommen seyn müssen, welche bey einer Vegetation in der atmosphärischen Luft, im Schatten, das wenigste Sauerstoffgas verzehren.

Ein mit Wasser ernährter Cactus Opuntia konnte im Sonnenlichte seine Vegetation drey Wochen hindurch im Stikgase unterhalten, allein er litt dabey viel; er starb im Schatten innerhalb fünf oder sechs Tagen. Ein gleiches geschah beynahe mit der Fetthenne (Sedum Telephium). Diese Pflanzen

leben übrigens unter einem Rezipienten mit gemeiner Luft eine unbeschränkte Zeit hindurch.

Erbsenpflanzen, welche während den vier oder fünf erstern Tagen einer Atmosphäre von Stikgas widerstehen konnten, (welches nicht immer der Fall ist) fuhren fort, in der Sonne einen ganzen Monat lang darinne zu vegetiren, jedoch war dieses Pflanzenleben immer sehr schmachtend und kraftlos.

Ich will hier einen mit diesen Gewächsen angestellten Versuch erzählen. Man kann sein Resultat als ein Mittel aus mehreren Beobachtungen ähnlicher Art annehmen.

Drey zum Theil entwickelte Erbsenpflanzen, die zusammengenommen, ohngefähr vier und funfzig Gran (3 *grammes*) wogen, erlangten unter einem mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft angefüllten Rezipienten im Sonnenlichte, in einem Zeitraume von zehn Tagen eine Zunahme von vier und zwanzig Gran, (1,27 *grammes*). Sie waren mit reinem Wasser ernährt worden. Als ähnliche Pflanzen der Einwirkung des Stikgases widerstanden hatten, erreichten sie im Sonnenscheine, während der nemlichen Zeit keine Zunahme, die sich über drey Gran (106 *milligrammes*) belaufen hätte. Die nemlichen Pflanzen, im Schatten unter Stikgas gebracht, starben darinn bestimmt in den ersten vier Tagen; sie erhielten sich mehrere Wochen lang in der gemeinen Luft.

Pflanzen vom kleinen Sinngrün (Vinca minor) erhielten sich, sowohl in der Sonne, als im Schatten im Stikgase eben so lange, als wie in der gemeinen Luft, das heisst, ohngefähr drey Wochen hindurch;

sie starben sowohl in dem einen, als im andern Falle nur deswegen, weil sie keine gar zu feuchte Atmosphäre vertragen konnten.

Der rothe Weiderich, (Lythrum Salicaria), der Ruhralant, (Inula dysenterica), der Schootenweiderich, (Epilobium hirsutum, Epilobium molle, und Epilobium montanum), wie auch der Flohknöterich (Polygonum Persicaria), welches alle mehr oder weniger Sumpfpflanzen sind, vegetirten zum Verwundern vortreflich im Stikgase, und sie machten darinne in einem unbegränzten Zeitraume sehr grosse Entwickelungen, die ganz genau denen gleich kamen, welche sie unter Rezipienten voll atmosphärischer Luft zu Stande brachten; sie konnten sogar mehrere Monate hindurch ihre Vegetation in einem Stikgase unterhalten, welches einem schwachen Lichte ausgesetzt, oder zum wenigsten vor der direkten Einwirkung der Sonnenstralen geschützt war.

Ich gehe jetzt zu den Veränderungen über, die die Pflanzen dieser Atmosphäre erleiden lassen.

Ich liess Lythrum Salicaria im Sonnenlichte, in fünf und sechzig Kubikzoll Stikgas vegetiren, welches durch das salpetrigte Gas nicht die mindeste Veränderung erlitt. Diese Pflanze verdrängte in dem Raume ohngefähr einen achtel Kubikzoll Luft, und tauchte blos mit ihren Wurzeln in eine Unze Wasser. Letztere Flüssigkeit stand mit der, welche den Rezipienten verschloss, durchaus in keiner Verbindung. In dem Verlauf dieser Probe war ich genöthigt, die Pflanze fünf oder sechsmal zu erneuern, weil sie bey

der Verlängerung sich endlich an die Wände des sie einschliessenden Gefässes anklebte, und verbrannte. Nach Verlauf von zwey Monaten, fand sich ihre Atmosphäre um 3,4 Kubikzoll vermehrt. Das Eudiometer zeigte darinn fünf Hunderttheile Sauerstoffgas an. Ich setzte den Versuch in dieser verbesserten Atmosphäre noch einen Monat hindurch fort, allein ich fand, dass die Pflanze nicht weiter fortgefahren war, Sauerstoffgas hinzuzufügen. Ich habe mich durch mehrere Versuche im allgemeinen überzeugt, dass die Quantität des im Stikstoffgase entwickelten Sauerstoffgases, mit dem Aufenthalte der Pflanze nicht im Verhältnisse steht, sondern dass sie gewöhnlich in den ersten Wochen eine gewisse Menge desselben hervorbringt, welche sich in den nachfolgenden nicht weiter vermehrt, wenn gleich die Vegetation selbst zu allen Zeiten gleich lebhaft von statten geht.

Aehnliche Pflanzen, welche ich in der nemlichen Zeit unter Rezipienten voll gemeiner Luft vegetiren liess, haben derselben niemals Sauerstoffgas zugesetzt.

Als ich diese Gewächse unter Stikgas in eine vollkommene Finsterniss brachte a), wobey ich sie

a) Das Lythrum Salicaria, Polygonum Persicaria, und andere Sumpfgewächse, die einem schwachen und zerstreuten Lichte ausgesetzt werden, lassen in ihrer Atmosphäre von Stikstoffgas keine Kohlensäure; sie fügen Sauerstoffgas hinzu: damit sie diese Wirkung jedoch hervorbringen und damit sich ihre Vegetation länger bey dieser Aussetzung erhalten könne, ist es nöthig, dass die Temperatur nicht zu sehr erhöht sey; denn sowohl Pflanzen als Thiere verlangen und verzehren um so weniger Sauerstoffgas, je niedriger die Temperatur ist.

alle zwölf Stunden erneuerte, damit ihre Vegetation nicht ermatten möchte, brachten sie kein Sauerstoffgas hervor; sie vergrösserten ihre Atmosphäre durch kohlensaures Gas, welches sie gänzlich aus ihrer eignen Substanz bildeten.

Gienge der nemliche Versuch in atmosphärischer Luft vor sich, so würde ebenfalls kohlensaures Gas erzeugt werden, allein das Volumen der Atmosphäre würde dadurch nicht vermehrt noch vermindert werden; dieses Gas hätte alsdann auch einen andern Ursprung gehabt; es würde durch den Kohlenstoff der Pflanze mit dem umgebenden Sauerstoffgase gebildet worden seyn.

Diese Beobachtungen zeigen uns die Quelle des im Stikgase ausgestossenen Sauerstoffgases; es entseht aus der Zerlegung des kohlensauren Gases, welches die Pflanze gänzlich aus ihrer eignen Substanz bildet. Wenn sie sich auf diese Weise eine hinlängliche Atmosphäre von Sauerstoffgas verschafft hat, so verbreitet sie davon keines weiter, weil dieses kohlensaure Gas, was sie alsdann erzeugt, und wieder zersetzt, das Resultat der Verbindung ihres Kohlenstoffs mit einem völlig gebildeten Sauerstoffgase ist; sie bringt alsdann den Tag über dasjenige fast gänzlich wieder zum Vorschein, was sie die Nacht hindurch zum Verschwinden gebracht hatte.

Die geringe Quantität von Sauerstoffgas, welche das Lythrum und das Polygonum im Stikgase gebildet haben, war nothwendig, um die Entwickelung dieser Pflanzen zu wege zu bringen; sie war indess weit ansehnlicher als eine Menge, welche bloss

erfodert wird, um ihre Vegetation ohne Entwickelung zu unterhalten.

Ich habe an dem obern Theil eines Rezipienten, welcher sechzig Kubikzoll Stikgas enthielt, eine Mischung, welche aus einem Theil Eisenfeile, und zwey Theilen Schwefelblumen, und ein und einen halben Theil Wasser *b*) bestand, aufgehängt. Ich habe zu gleicher Zeit in diese durch Wasser verschlossene Atmosphäre zwey Pflanzen von Lythrum Salicaria gebracht, welche, beyde zusammengenommen, einen achtel Kubikzoll Luft verdrängten. Blos ihre Wurzeln reichten, unter dem Rezipienten, in ein kleines Gefäss, das einen Kubikzoll (2 *centilitres*) Wasser enthielt; der Apparat wurde in einem Zimmer der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt, die durch das Glas eines Fensters gemildert war. Zehn Tage nachher, war eine der Pflanzen gestorben, die andere fuhr indessen fort zu vegetiren, ohne im mindesten zu leiden, und sich zu erhalten, ohne dass sie ein einziges Blatt in vier Monaten, vom zwey und zwanzigsten Julius bis zum drey und zwanzigsten November (dem dritten Thermidor bis zum zweyten Frimaire) hätte welken lassen; nach dieser Zeit zog ich die Pflanze so gesund, wie sie vor ihrer Einbringung gewesen war, wieder heraus. Die Luft des Rezipienten konnte durch das salpetrigte Gas nicht die geringste

b) Jeder Theil hatte ein gleiches Gewicht von drey Quentchen (11,5 *grammes*). Die rechte Proportion des Wassers ist eine wesentliche Bedingung, wenn die Mischung eine kraftvolle (energische) Einwirkung auf das Sauerstoffgas haben soll.

Abnahme erleiden. Die Pflanze zeigte während ihrer Einsperrung, nicht die allergeringste Entwickelung irgend einer Art; ihre Vegetation war gewissermaassen aufgehoben. Diess ist die einzige Wirkung, welche der Schwefel bey diesem Versuche hervorgebracht hat. Die nemliche Pflanze verlängerte sich um fünf oder sechs Zoll, in einer Zeit von zehn Tagen in einer Atmosphäre von Stikgas, worinn sich keine solche Substanz befand. Die Entziehung des Sauerstoffgases, welches der Weiderich entwickelt hatte, war das einzige Hinderniss, was sich seiner Entwickelung entgegenstellte. Die hydrosulfurischen Dünste hatten keinen Antheil an dieser Wirkung, denn andere Pflanzen ähnlicher Gattung verlängerten sich in Gesellschaft mit diesen unter einem Rezipienten voll gemeiner Luft, die ich alle Tage erneuerte.

Eine Pflanze von Polygonum Persicaria verhielt sich, fünf Wochen hindurch, unter einem Rezipienten mit Stikgase, in welchem ich konzentrirte Schwefelleber (hydrosulfure de Potasse) aufgehängt hatte, beynahe ganz so wie der rothe Weiderich (Lythrum Salicaria); sie entwickelte sich darinne gar nicht, und verlor zwey Blätter nicht weit von den Wurzeln; sie starb nach Verlauf des angegebenen Zeitraumes blos durch eine zu starke Einwirkung der Sonnenstrahlen, vor welcher ich nicht Sorge getragen hatte, sie zu schützen.

Die Pflanzen welche ich im Stikgase in der Sonne vegetiren liess, starben darinne weit schneller als in der gemeinen atmosphärischen Luft, wenn ich darinn lebendigen Kalk oder Pottasche in ihre Nachbarschaft aufgehängt hatte.

Es ist sonderbar zu sehen, wie die Sumpfgewächse der Wirkung eines hydrosulfure widerstehen, welches ihnen ihr Sauerstoffgas entzieht, und doch der Wirkung des Kalks unterliegen, der ihnen ihr kohlensaures Gas raubt. Man bedenke indess, dass der hydrosulfure ihnen ihr Sauerstoffgas nur erst, nachdem dasselbe gebildet ist, wegnimmt; da hingegen der Kalk oder die Pottasche ihnen das nemliche Gas, ehe es entbunden ist, entziehet.

Eine überflüssige Menge von kohlensaurem Gas ist den Pflanzen, welche im Stikgas vegetiren, weit schädlicher, als solchen, welche ihr Leben in gemeiner Luft unterhalten; ich habe anderswo schon gesagt, dass kohlensaures Gas, welches mit der atmosphärischen Luft in den Verhältnissen eines Zwölftheils gemischt worden, der Entwickelung einiger Erbsenpflänzchen, die ich darinne im Sonnenscheine vegetiren lassen, günstig gewesen sey. Es schadete unter gleichen Umständen den Sumpfgewächsen nicht. Mit reinem Stikgase konnten sie jedoch diese Mischung in dem angezeigten Verhältnisse niemals vertragen, sie starben darinne nach Verlauf von wenigen Tagen, so gut wie die Erbsenpflanzen. Die Ausarbeitung einer gewissen Dosis von Sauerstoffgas scheint demnach zur Bereitung einer gewissen Dosis von kohlensaurem Gase nothwendig. Dieses letztere wird den Vegetabilien immer schädlich, wenn sie es nicht zerlegen können.

Priestley glaubte annehmen zu müssen, dass verschiedene Pflanzen die Eigenschaft besitzen, das Stikgas, in welchem sie sich befinden, zu absorbiren.

Er hat angeführt, dass eine Pflanze vom Epilobium hirsutum unter einem Rezipienten von zehn Zoll Höhe und einem Zoll Weite, gebracht, innerhalb eines Monates die sieben Achtel der atmosphärischen Luft, die selbige enthielt, absorbirt habe c).

Ingenhouss hat diese Fähigkeit auf keine so geringe Anzahl von Vegetabilien eingeschränkt d): er hat bemerkt, dass alle Pflanzen, welche im Stikgase vegetirten, dasselbe in Zeit von wenigen Stunden eine merkliche Verminderung erleiden liessen.

Ich habe die Vegetation des Epilobium hirsutum mit vieler Sorgfalt, sowohl im reinen Stikgase, als in der atmosphärischen Luft verfolgt, und dabey die Verfahrungsart Priestley's, die er für diesen Versuch vorschreibt, angewandt e). Ich habe die Experimente noch viel länger fortgesetzt; allein ich habe niemals irgend eine Verminderung des Stikgases wahrnehmen können, wenn ich das Sauerstoffgas, was sich daraus gebildet hatte, abzog. Das nemliche erfolgte bey allen übrigen Gewächsen, die ich den nemlichen Proben unterwarf. Die Pflanzen verdichten

c) Experim. and observat. on diff. kinds of airs Vol. III. p. 332.

d) Expérienc. sur les végétaux, Vol. II. p. 146.

e) Das Verfahren besteht darinn, ein Gewächs in einen Topf mit Pflanzerde zu setzen, dieses Gefäss nebst dem Anfange des Stengels unter Wasser unter die Brücke der Wanne zu bringen, und den übrigen Theil der Pflanze mit einem Rezipienten voll Luft zu bedecken. Sie entwickelt sich alsdann weit schneller, als wenn ihre Wurzeln bloss in reinem Wasser stehen. Ich war aus diesem Grunde genöthigt die Pflanze verschiedenemal durch eine andere zu ersetzen.

folglich das Stikgas nicht merklich: die Versuche der Herren Woodhouse und Senebier bestätigen diese Behauptung.

Wenn der Stikstoff ein einfaches Wesen, wenn er kein Element des Wassers ist, so muss man genöthigt werden, anzunehmen, dass die Pflanzen sich ihn nicht anders als in den vegetabilischen und animalischen Extrakten, und in den ammoniakalischen Dünsten *f*) aneignen, oder andre im Wasser auflöslichen Zusammensetzungen, welche sie im Boden und der Atmosphäre einsaugen können, assimiliren. Man darf annehmen, dass wenn die Pflanze mit Hülfe einer kleinen Menge reinen Wassers in einer nicht erneuten Atmosphäre vegetirt, die sich entwickelnden Theile derselben keinen Stikstoff erlangen, als auf Unkosten dessen, welchen die andern Theile der Pflanze vor dem Versuche schon enthielten.

f) Man kann an dem Vorhandenseyn ammoniakalischer Dünste in der Atmosphäre nicht zweifeln, wenn man sieht, dass eine schwefelsaure Thonerde (*sulfate d'alumine*) sich endlich in der freien Luft in schwefelsauren ammoniakalischen Thon (*sulfate ammoniacal d'alumine*) umwandelt. Die Ueberlegenheit des animalischen Düngers über den vegetabilischen, scheint grösstentheils bloss in einem grössern Verhältnisse von Stikstoff bey dem erstern zu liegen.

§. 3.

Von der Vegetation im Kohlenoxyd-Gas g). (Gaz oxyde de carbone. Hydrogène oxycarburé de Berthollet.)

Ich habe dieses Gas zubereitet, indem ich bey Glühhitze eine Mischung aus gleichen Theilen Kalkspat und Feilspänen in einem Flintenlaufe destillirte. Nachdem ich die erhaltene luftförmige Flüssigkeit von kohlensaurem Gas befreyt hatte, enthielt sie ein Hundertheil Sauerstoffgas, welches ich durch Schwefelleber (hydrosulfure de potasse) entfernte.

Die Pflanzen haben in diesem Kohlenoxyd-Gas wie im Stikgase vegetirt; die, welche mit keinen grünen Theilen versehen waren, starben darinn. Die Vegetation der entwickelten Erbsenpflanzen gieng in der Sonne schmachtend allhier vor sich; im Schatten konnte sie sich gar nicht erhalten. Das Epilobium hirsutum, Lythrum Salicaria und Polygonum Persicaria kamen aber vortreflich darinne fort, so gut, wie in gewöhnlicher Luft. Nachdem sie fünf Wochen hindurch in der Sonne in diesem Gase zugebracht hatten, war es nicht von ihnen zer-

g) Diejenige Meynung, welche die Gegenwart des Wasserstoffs als einen wesentlichen Bestandtheil des Kohlenoxydgases annimmt, beruht vielleicht noch auf zu unbestimmten Beobachtungen, als dass sie mit Gewissheit angenommen werden könnte. Ich muss indessen zum Vortheil des hydrogène oxycarburé bemerken, dass es ganz eigen ist, dass die Pflanzen dieses Gas nicht zersetzen, und nie direkt oder ohne die Gegenwart von Wasserstoffgas, das kohlensaure Gas in gaz oxyde de carbone verwandeln.

setzt worden, und sie vergrösserten sein Volumen durch eine verhältnissmässige Menge von Sauerstoffgas, wie solches beym Stikgase der Fall gewesen war. In vollkommener Finsterniss vermehrten sie diese Atmosphäre mit Kohlensäure.

§. 4.

Von der Vegetation im Wasserstoffgas.

Alle Saamen, ohne irgend eine Ausnahme, die ich versucht habe, keimen im Wasserstoffgase nicht, wenn man sie mit einer kleinen Quantität Wasser in dasselbe hineinbringt. Senebier beobachtete, dass sie hier eine sehr ansehnliche Verminderung des Volumens hervorbringen; sie verursachen diese Wirkung, indem sie faulen. Die luftförmige Flüssigkeit, welche aus dieser Verdichtung als Rükstand übrig bleibt, ist Kohlenoxydgas (*gaz oxyde de carbone*). Das kohlensaure Gas, welches sie aus ihrer eigenen Substanz bilden, wird mit Hülfe des bey der Gährung entwickelten Wärmestoffes, vom Wasserstoffgase zerlegt. Es bildet sich Wasser, und das kohlensaure Gas, eines Theiles seines Sauerstoffs beraubt, verwandelt sich in Kohlenoxydgas.

Die Vegetation der grünen Pflanzen unterhält sich im Wasserstoffgase fast gerade so, wie im Stikgas. Die Gewächse, welche in diesem schmachten, leiden im Wasserstoffgas, und die, welche sich in ersterm wohl befinden, kommen auch im andern gut fort. Wenn in dem kräftigen Wachsthum derjenigen Pflanzen, welche in diesen beyden Gasen vegetiren, noch ein Unterschied seyn sollte, so scheint er zu

Gunsten des Stikgases, in Rüksicht auf die Vegetation auszufallen. Man hat gesagt, dass Gewächse, die sich im Wasserstoffgase aufhielten, ein dunkleres Grün annähmen; ich habe diese Folge nicht wahrnehmen können.

Ich habe beständig beobachtet, dass die Sumpfgewächse, wie Lythrum Salicaria, Polygonum Persicaria und dergleichen, die ich fünf oder sechs Wochen hindurch im Sonnenscheine in Wasserstoffgas vegetiren lassen, darinn gar kein, oder äusserst wenig Sauerstoffgas zurükgelassen haben, während dass sie doch innerhalb dieses Zeitraums beständig funfzehn bis zwanzigmal ihr Volumen davon im Stikgase verbreiteten. Diese Wirkung kommt höchst wahrscheinlich daher, dass die Pflanzen im Wasserstoffgas nicht gänzlich alles kohlensaure Gas, welches sie daselbst bilden, verzehren können, weil eine grosse Quantität dieser Kohlensäure selbst durch das Wasserstoffgas zerlegt wird. Es erzeugt sich, wie ich solches schon angegeben habe, durch die Zersetzung des Wassers und des Kohlenoxydgases (*gaz oxide de carbone*). Das Sauerstoffgas, welches sie ohne das Wasserstoffgas hätten ausstossen können, befindet sich in diesen beyden Verbindungen verstekt.

Hundert Theile (sechzig Kubikzoll) Wasserstoffgas, welche einer Pflanze von Lythrum Salicaria fünf Wochen hindurch, dem Sonnenscheine ausgesetzt, zur Atmosphäre gedient hatten, konnten durch das salpetrigte Gas nicht merklich vermindert werden. Die luftartige Flüssigkeit enthielt zu jener Zeit fast gar kein kohlensaures Gas: als ich es aber mit einer passenden Menge Sauerstoffgas durch den elektrischen

Funken verbrannte, liess es als Rükstand, Wasser, drey Theile kohlensaures Gas, und vier Theile Stikluft. Wasserstoffgas, in welchem sich keine Pflanzen befunden hatten, und welches neben das vorhergehende gestellt worden war, brachte, bey den nemlichen äussern Umständen, keine bemerkbare Menge kohlensaures Gas bey seiner Verbrennung hervor.

Das Volumen der Atmosphäre des Lythrum hatte sich während seiner Vegetation vermindert, allein in dem nemlichen Maasse wie das unter blossem Wasser eingeschlossene Wasserstoffgas *h*), welches nicht mit dem rothen Weiderich in Berührung stand. Zieht man in Betrachtung, dass die Pflanze Kohlenoxydgas gebildet hat, und dass diese Zugabe in der Luft, die der Rezipient enthielt, durch ein Wachsthum an Volumen nicht sehr bemerkt worden, so findet man, dass hier eine gegenseitige Ausgleichung oder Ersatz statt gefunden, und dass das Wasserstoffgas durch eine Wirkung der Vegetation vermindert worden ist. Es scheint nicht, als wenn die Pflanzen dieses Gas absorbirt hätten. Sie haben es verdichtet, indem sie auf eine indirekte Weise Wasser bildeten.

h) Ich habe Wasserstoffgas ein ganzes Jahr hindurch unter einen mit Wasser gefüllten Rezipienten, welcher auf Quecksilber ruhte, aufbehalten. Das Wasser hat ohngefähr sein eignes Volumen an Gas eingesaugt, aber nicht mehr. Als ich die metallische Flüssigkeit wegschaffte, fand die Absorption des Wasserstoffgases durch das Wasser keine Gränzen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass, wie Guyton gemeint hat, dieses Gas durch das Wasser der atmosphärischen Luft mitgetheilt werde.

§. 5.

Von der Vegetation im luftleeren Raume.

Einige Saamenkörner können in einem leeren, durch die besten Luftpumpen dargestellten Raume dennoch ein Anzeichen einer anfangenden Keimung geben; diese Wirkung darf kein Erstaunen erregen, da bewiesen ist, dass ein solcher luftleerer Raum nicht völlig dargestellt werden kann, und dass ausserdem selbst die vollkommensten dieser Maschinen nie so vollständig und genau anschliessen, dass sie der äussern Luft gänzlich allen Eingang versperrten.

Die Luftpumpe, deren ich mich bedient, brachte einen leeren Raum hervor, in welchem sich das Barometer anfangs auf drey Viertel einer Linie hielt, wenn kein Wasser im Rezipienten vorhanden war; innerhalb eines Zeitraumes von vier und zwanzig Stunden stieg es aber bis zu einer Linie, durch das unmerkliche Eindringen der äussern Luft. Die Erbsen keimten darinn nach zwölf Tagen, selbst wenn ich den leeren Raum alle Tage von frischem darzustellen suchte; die Entwickelung ist aber niemals weiter als bis zum ersten Erscheinen des Würzelchens gegangen.

Ganz entwickelte und mit ihren Blättern versehene Erbsenpflänzchen, wie auch Bufbohnen und türkische Bohnen, starben jederzeit im luftleeren Raume nach Ende von drey Tagen, sowohl im Sonnenlichte, als im Schatten; sie giengen im Stikgase ebenfalls im Schatten zu Grunde; allein in der Sonne hielten sie sich oftmals darinn. Jede Pflanze mit dünnen Blättchen schien mir ihre Vegetation im Sonnenschein in

einem leeren Raume nicht aushalten zu können. Die Glieder oder die Blätter des Cactus Opuntia erhielten sich länger als einen Monat im luftleeren Raume, in der Sonne; blos ihre Oberhaut wurde zum Theil angetroknet. Diese Blätter erlangten ihre Frischheit wieder, wenn ich sie nach diesem Versuche in vegetabilische Erde (Gartenerde) pflanzte; die am wenigsten dicken Blätter starben im luftleeren Raume im Sonnenlichte nach Verlauf weniger Tage.

Eine Pflanze von Polygonum Persicaria von einem Fuss Länge, deren Wurzeln in eine Unze Wasser tauchten, wurde in den luftleeren Raum, von dem ich gesprochen, gepflanzt, und ich erneuerte denselben jeden Tag. Sie verlängerte sich darinne um mehrere Zoll; erst nach sechs Wochen wurde sie herausgenommen, und befand sich eben so gesund, als vor dem Versuche, wenn man zwey oder drey Blätter ausnimmt, die in der Nachbarschaft der Wurzeln gelb geworden waren. Ich erhielt die nemlichen Resultate mit dem Epilobium molle, Epilobium hirsutum, Lythrum Salicaria, und der Inula dysenterica; alle diese Pflanzen gediehen im luftleeren Raume eben so gut, wie unter einem Rezipienten voll gemeiner Luft. Ihre Ausdünstung war sich in beyden Umständen gleich.

Die Versuche von denen ich hier eben gesprochen, wurden bey hellem Tage, aber im Schutz vor der direkten Einwirkung der Sonnenstrahlen, angestellt: die Pflanzen welken, sobald als sie diesen ausgesetzt wurden, selbst wenn die Strahlen nur schwach waren, und keinen solchen Einfluss auf andere, in Rezipienten mit gemeiner Luft oder reinem Stikgase eingeschlosse-

ne Pflanzen äusserten. Es ist wahrscheinlich, dass sich die Pflanzen im leeren Raume nur mit Hülfe des in ihrem Zellgewebe und Fleisch eingeschlossenen Sauerstoffgases erhalten, und dass sie daher die Sonne leiden lässt, wenn sie dieses Gas durch die Ausdehnung, welche sie hervorbringt, fortjagt. Die Sonnenstrahlen üben denselben Einfluss im Stikgase nicht aus, weil das in ihnen enthaltene Sauerstoffgas daselbst durch den ganzen Druk der Atmosphäre zusammengepresst wird.

Die Pflanzen scheinen sich im luftleeren Raume nicht anders als mittelst des durch die grünen Theile ausgestossenen Sauerstoffgases erhalten und entwickeln zu können. Saamen, welche blos ihr Würzelchen haben, sterben darinn. Holzige Gewächse konnten ihre Blattknospen darinn im Frühjahre nicht zum Oeffnen bringen.

Rosenknospen, Lilien-, Nelken-, und andere Knospen waren darinne gelähmt. Man sieht, dass sich die Pflanzen in vielen Rüksichten im luftleeren Raume eben so verhalten, wie im Stikgase, im Wasserstoffgase, u. s. w. Die Wegnahme des Druckes der Atmosphäre, oder die Ausdehnung, welche die Pflanze durch diese Wegnahme erleiden muss, scheint auf die Vegetation keinen sehr merklichen Einfluss zu äussern. Die Entziehung des Sauerstoffgases ist ihr allein schädlich.

Kürzliche Wiederholung.

Die ihrer grünen Theile beraubten Pflanzen scheinen allein in Aufenthaltsörtern vegetiren zu können,

denen das Sauerstoffgas mangelt, weil sie dasselbe darinne verbreiten. Entzieht man ihnen dieses Gas in dem Verhältnisse, wie sie es bilden, so hält man ihre Entwickelung auf. Die Quantität von Sauerstoffgas, welche diese oder jene Pflanze erfodert, um sich ohne Entwickelung zu erhalten, kann nicht geschätzt werden.

Die Pflanzen saugen kein Stikgas ein; eben so wenig absorbiren sie Wasserstoffgas: sie vermindern sich etwas durch die Quantität dieses letztern, allein diese Verringerung kommt daher, dass das Wasserstoffgas das kohlensaure, welches durch die Pflanze gebildet wird, entmischt. Das Resultat dieser Entmischung ist Wasser und Kohlenoxydgas (*gaz oxide de carbone*).

Die grünen Theile lassen im Wasserstoffgase weniger Sauerstoffgas zurük, als im Stikgas.

Die grünen Pflanzen, welche im Kohlenoxydgase im Sonnenlichte vegetiren, zerlegen selbiges nicht; sie fügen Sauerstoffgas hinzu.

Die grünen Pflanzen vegetiren im leeren Raume einer Luftpumpe wie im Stikgase, vorausgesetzt, dass der Versuch im Schutz vor der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen unternommen werde.

Siebentes Capitel.

Von der Bindung und Zerlegung des Wassers durch die Gewächse.

§. 1.

Untersuchungen über die Bindung des Wassers durch Pflanzen, welche in einer, von kohlensaurem Gase befreyten atmosphärischen Luft leben.

Diejenigen Schriftsteller, welche sich mit der Frage über die Bindung des Wassers durch die Vegetabilien beschäftigt haben, brachten bis jetzt noch nichts weiter als Muthmassungen zum Vorschein, welche sich auf keinen einzigen entscheidenden Versuch stützen konnten. SENEBIER sah niemals eine Pflanze, die der Berührung des kohlensauren Gases beraubt war, ein Volumen von Sauerstoffgas hervorbringen, welches grösser als das Volumen der Pflanze selbst gewesen wäre. (*Physiologie végétale Vol. III. p.* 228. und folg.) Diese Wirkung schien ihm zu gering, um eine Zersetzung des Wassers zu beweisen. Er sah ausserdem, dass die kleine Quantität von Sauerstoffgas, die geringer als das Volumen des Blattes war, dem in dem Zellgewebe oder Fleisch desselben verstekten kohlensauren Gase ihr Daseyn zu verdanken hatte. Indessen verwirft dieser gelehrte Physiolog eine solche Zerle-

gung des Wassers durch die Gewächse nicht; er hält sie aus sehr gelehrten Bewegungsgründen und Betrachtungen, die er über das Keimen einiger Saamenkörner in reinem Wasser ohne sichtbaren Zutritt des Sauerstoffgases angestellt hat, für wahrscheinlich: dennoch würde diese Beobachtung, wenn sie auch richtig wäre, noch immer keinen Beweis abgeben. Ich habe gezeigt, dass dieses Resultat der im Wasser aufgelösten Luft, die seiner Mischung fremd ist, beygemessen werden müsse. Ingenhousz betrachtete das Wasser als eine einfache Substanz. Indessen scheinen einige seiner Beobachtungen geeignet, die Zerlegung dieser Flüssigkeit anzudeuten. Er sahe saftige Pflanzen eine Atmosphäre von gemeiner Luft, die nicht erneuert wurde, verbessern; da aber seine eudiometrischen Hülfsmittel nicht fähig waren, absolute Quantitäten anzugeben, und da daher das Volumen des Gewächses, und das des erzeugten Gases nicht bekannt sind, so kann man immer glauben, dass das Volumen des ausgestossenen Sauerstoffgases geringer als das Volumen der zum Versuche angewandten Pflanze gewesen sey. Spallanzani [a]) welcher die nemlichen Resultate bey fleischigen in Kalkwasser untergetauchten Gewächsen erhalten hat, lässt uns über das Volumen des Gewächses ebenfalls in Ungewissheit. Senebier hat beym Analysiren und Wiederholen dieser letztern Versuche sehr gut gezeigt, dass sie keine Schlüsse erlaubten, und diess aus den nemlichen Gründen, die ich weiter oben angeführt habe.

Der berühmte Berthollet, dessen Urtheil jederzeit von einem so grossen Gewichte ist, hat die Zer-

a) Journal de physique pluviose an 7.

legung des Wassers in der Vegetation angenommen, jedoch mehr aus Vernunftschlüssen, als durch neue Versuche. Mehrere Schriftsteller, welche anzuführen überflüssig seyn würde, haben, ebenfalls ohne Beweise, und oft selbst ohne genauere Untersuchung der Frage, diese Meynung angenommen.

Die Pflanzen, welche mit Hülfe des reinen Wassers in Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft, die vor dem Versuche mit Kalkwasser gewaschen worden, vegetiren, können darinn im Zustande ihrer Vegetation ihr Gewicht vermehren, wenn sie sich daselbst entwickeln, ohne irgend einen Theil von sich trocken werden zu lassen, oder zu verlieren. Dieses Resultat beweist weder die Zersetzung des Wassers, noch selbst die Bindung des Sauerstoffs und des Wasserstoffes des in der Pflanze befindlichen Wassers; letztere kann ihr Gewicht durch das blosse Eindringen des Flüssigen, oder des Vegetationswassers in die Saftgefässe oder das Zellgewebe vergrössern; denn die Erfahrung hat schon seit langer Zeit gelehrt, dass dieses Wasser in den Pflanzen nach Verhältniss der Feuchtigkeit des Bodens, oder ihres schnelleren schlanken Aufschiessens (*étiolement*) zunehmen kann.

Man kann beurtheilen, ob die trockene oder feste Substanz der Vegetabilien durch die Fixation der constituirenden Bestandtheile des Wassers anwächst, wenn man bey der Temperatur der Atmosphäre eine Pflanze troknet, die der, welche man zum Vegetiren anwenden will, an Gewicht und Art gleich ist, und letztere in einem verschlossenen Gefässe mit reinem Wasser und Sauerstoffgas dem Versuche unterwirft. Man sieht dann, ob die vegetirende Pflanze unter diesen

Umständen im troknen Zustande mehr wiegt, als sie, wenn sie vor dem Versuche wäre getroknet worden, gewogen haben würde; oder, ob die trokne, zur Vergleichung dienende Pflanze mehr wiegt. Es ist überflüssig, noch anzumerken, dass die beyden Pflanzen im nemlichen Zustande der Reife, und auf einerley Boden gesammelt, und immer bey einerley Graden des Thermometers und Hygrometers gewogen werden müssen.

Die vielfachen Versuche, die ich mit dieser Verfahrungsart gemacht habe, haben mir bewiesen, dass die Pflanzen, welche mit Hülfe des Wassers allein, in einem verschlossenen Gefässe und in atmosphärischer, ihres kohlensauren Gases beraubter Luft vegetiren, darinne das Gewicht ihrer vegetabilischen Substanz im troknen Zustande fast gar nicht, oder, wenn sie es ja thun, dasselbe in einer sehr geringen und sehr beschränkten Quantität vermehren, welches, mit andern Worten ausgedrükt, heisst, dass es durch eine weiter fortgesetzte Vegetation nicht ferner vergrössert werden kann. Unter den zahlreichen Versuchen, die ich in dieser Rüksicht anstellte, wähle ich diejenigen, welche mir die deutlichsten und entcheidentsten Resultate gegeben haben.

Ich brachte im Monat Junius in einen zweyhundert und funfzig Kubikzoll (4,95 *litres*) atmosphärische Luft, die von ihrem kohlensauren Gase befreyt worden war, haltenden Rezipienten drey Pflanzen von gelbem Weiderich, oder Lysimachie Lysimachia vulgaris L.), deren Wurzeln unter dem Rezipienten in einen halben Kubikzoll (1 *centilitre*) destillirtes Wasser reichten. Sie wurden der aufeinander folgenden Einwirkung der

Nacht und den bey ihrer grössten Heftigkeit gemässigten Sonnenstrahlen, ausgesetzt; diese Pflanzen wogen grün $129\frac{1}{4}$ Gran (6,96 *grammes*), und nahmen einen halben Kubikzoll (oder 10 *centimètres cubes*) Raum ein.

Ich sammelte hierauf andere Lysimachien, die denen, von welchen ich eben gesprochen, an Gewichte gleich kamen, und liess sie bey der Temperatur der Atmosphäre troknen. Ihre trokne vegetabilische Substanz wog acht und dreyssig und einen halben Gran, (2,05 *grammes*) unter einem durch das Thermometer und das Hygrometer bestimmten Grade: die Pflanzen waren zu einer Zeit und an dem nemlichen Orte ausgerissen worden, wie die unter dem Rezipienten befindlichen.

Nach Verlauf von acht Tagen zog ich die letztern aus ihren Behälter: sie waren vollkommen gesund; sie hatten sich verlängert, und die sie umgebende Luft weder an Reinheit noch an Volumen merklich verändert. Sie wogen jetzt, im grünen Zustande, hundert und ein und vierzig Gran (7,43 *grammes*) und, nachdem sie bis auf den nemlichen Grad, wie die vorhergehenden, getroknet worden waren, vierzig und einen halben Gran (2,159 *grammes*). Sie hatten daher ihre trokne vegetabilische Materie um zwey Gran b) oder $40\frac{1}{2} - 38\frac{1}{2} = 2$, $(2{,}159 - 2{,}05 = 109$ *milligrammes*)

b) In diesen zwey Granen ist der Sauerstoff, welchen sich die Pflanze in der atmosphärischen Luft assimilirt hat, begriffen, allein die Menge von kohlensaurem Gas, welches die Pflanze gebildet, und wegen dieser Assimilation zersetzt hat, ist so gering, dass ich diese Zugabe in meine Rechnung gar nicht mit aufnehmen kann.

vergrössert. Wären diese zwey Gran nur vom Wasserstoffe des Wassers gebildet worden, so hätten die Pflanzen unter dem Rezipienten allen Sauerstoff, dem diese zwey Grane Wasserstoff zugehörig gewesen wären, ausstossen müssen; das heisst, zum wenigsten zwey und zwanzig Kubikzoll (oder 436 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas, eine Menge, die, sowohl durch die Vergrösserung des Volumens der Luft, als auch durch die eudiometrische Probe, äusserst auffallend gewesen seyn würde. Nun aber, da sie nur eine Quantität von Sauerstoffgas bey diesem Versuche ausgeathmet haben, die gar nicht geschätzt werden kann, folgt daraus, dass sie sich ausser dem Wasserstoffe des Wassers, fast den ganzen Antheil von dessen Sauerstoff angeeignet haben.

Der Versuch, welchen ich eben angeführt, wurde wiederholt, und um die doppelte und dreyfache Zeit verlängert; das heisst, ich liess die Pflanze in einem eingeschlossenen Raum funfzehn Tage und einen Monat lang vegetiren; allein die den vorigen an Gewichte ähnlichen Lysimachien konnten ihre vegetabilische Substanz nie um mehr als zwey Gran vergrössern, und oftmals vergrösserten sie sie gar nicht, wenn sie sich gleich um mehrere Zoll verlängerten.

Sieben Sinngrünpflanzen (Vinca minor. L.) welche zusammen hundert acht und vierzig Gran (7,855 *grammes*) wogen, und vier und vierzig drey viertel Gran (2,375 *grammes*) trokner vegetabilischer Materie enthielten, wurden in einen Rezipienten gebracht, bey dem sich alles übrige eben so verhielt, wie im vorhergehenden Versuche beschrieben worden; sie nahmen einen halben Kubikzoll (10 *centimètres cubes*)

Platz ein. Diese Pflanzen haben nicht die geringste Veränderung erlitten, sie haben ihre Atmosphäre weder an Reinheit noch an Volumen geändert; sie wogen alsdenn, nach ihrer Eintroknung, sechs und vierzig und einen halben Gran: ihre trockene vegetabilische Materie hatte sich demnach um ein und drey viertel Gran (93 *milligrammes*) vergrössert, die der blossen Assimilation des Wasserstoffgases des Wassers nicht beygemessen werden können, weil diese Wirkung eine Ausstossung von neunzehn Kubikzoll (380 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas vorausgesetzt haben würde, welche doch nicht erschienen sind. Ich habe diesen Versuch mehreremale wiederholt, und ihn noch um vieles verlängert; allein die Assimilation des Wassers im Gewächse ist niemals beträchtlicher geworden.

Zwey Pflanzen von der Wassermünze (Mentha aquatica L.) welche grün ein hundert sieben und funfzig Gran wogen, nahmen in ihrem frischen Zustande bey einer Vegetation mit reinem Wasser unter einem eingeschlossenen Gefässe in atmosphärischer Luft an Gewichte um siebenzehn Gran zu; ihre trokne vegetabilische Materie hatten sie jedoch um nicht mehr als einen Gran vergrössert. Als ich den Versuch eine noch viel längere Zeit mit andern ähnlichen Pflanzen fortsetzte, wurde die Zunahme nicht ansehnlicher. Bey diesem Versuche hatte sich die Atmosphäre, wie bey den vorigen, weder an Volumen, noch an Reinheit geändert.

Ich muss bemerken, dass ich bloss diejenigen Resultate berechnet habe, wobey die Pflanzen nicht gelitten hatten, denn so wenig schmachtend die Vege-

tation auch seyn mag, so verlieren sie doch immer an Gewicht, weit entfernt, dass sie daran zunehmen sollten.

§. 2.

Bindung des Wassers durch Pflanzen, welche in einer Mischung von gemeiner Luft und kohlensaurem Gas vegetiren.

Die Bindung des Wassers hat bey den vorhergehenden Versuchen so geringe Resultate gegeben, dass diese fast nicht ausserhalb der Gränzen eines Irrthums in der Beobachtung liegen; ich glaube indess, dass die Ursache davon nicht schwer zu erklären ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Quantitäten des Wasserstoffs und Sauerstoffes in den Vegetabilien nicht bis über gewisse Grenzen vermehrt werden können, ohne dass dann das Verhältniss ihres Kohlenstoffes in dem nemlichen Maasse auch zunehme. Ich habe deswegen Pflanzen in einer Mischung von gemeiner Luft und kohlensaurem Gase vegetiren lassen, um ihnen Kohlenstoff anzueignen. Die Erfolge waren dann jederzeit, vorausgesetzt dass die Vegetation nicht gelitten hatte, weit deutlicher. Die Pflanzen vermehrten ihre trokne vegetabilische Materie augenscheinlich in grösserer Quantität als solche, die dieselbe blos aus den Elementen des kohlensauren Gases schöpften.

Ich komme bey dieser Gelegenheit auf die nemlichen Versuche zurük, die ich im vierten Paragraphen des zweyten Capitels über die Zerlegung des kohlensauren Gases vorgetragen habe. Ich erzählte an jenem

Orte nicht alles mit einander. Man sahe im ersten Versuche, dass sieben Pflanzen von Sinngrün, welche mit Hülfe des reinen Wassers in einer Mischung von atmosphärischer Luft und kohlensaurem Gas vegetirten, sich den Kohlenstoff, welcher in ein und zwanzig und drey viertel Kubikzoll (431 *centimètres cubes*) kohlenlensaurem Gase enthalten war, das heisst, eine Quantität von Kohlenstoff, die nach Lavoisier 4,2 Gran (217 *milligrammes*) beträgt, angeeignet hatten. Sie assimilirten sich ausserdem in dem nemlichen Gase sieben Kubikzoll (139 *centimètres cubes*) Sauerstoffgas; letztere Aneignung muss ich jedoch aus der Acht lassen, weil die Pflanzen auf der andern Seite eine gleiche Menge an Stikgas verloren. Beyde entgegengesetzte Wirkungen heben beynahe völlig einander auf. Diese Pflanzen wogen grün, vor dem Versuche 168¼ Gran, (8,955 *grammes*) und enthielten ein und funfzig Gran (2,707 *grammes*) trokner vegetabilischer Materie. Sie lieferten deren durch das Troknen, nach der Zerlegung des kohlensauren Gases ein und sechzig Gran (3,237 *grammes*). Sie hatten daher ihre trokne vegetabilische Materie um zehn Gran (531 *milligrammes*) vergrössert, von welchen nur vier und ein fünftel Gran (217 *milligrammes*) dem kohlensauren Gase zugeschrieben werden können; die Sinngrünpflanzen haben folglich in diesem Versuche 5,8 Gran (315 *milligrammes*) Wasser gebunden oder in festen Zustand versetzt.

Zwey Pflanzen von der Wassermünze (Mentha aquatica L.) s. zweytes Capitel §. 4. vierter Versuch, zerlegten funfzehn und einen halben Kubikzoll (309 *centimètres cubes*) kohlensaures Gas, welche Lavoisier

zu Folge drey Gran (159 *milligrammes*) Kohlenstoff enthalten. Sie lieferten vor dem Versuche zwey und dreyssig Gran (oder 1,698 *grammes*) trokner vegetabilischer Materie, und nach der Beendigung des Versuches acht und dreyssig Gran (oder 2,016 *grammes*) der nemlichen Substanz; sie haben daher ihre trokne vegetabilische Materie um sechs Gran (318 *milligrammes*) vermehrt, von welchen drey Gran (158 *milligrammes*) der Bindung des Wassers zugeschrieben werden müssen.

Zur Erlangung eines solchen Erfolges gehören Bedingungen, die sich nur sehr selten zusammentreffen: es ist nothwendig, dass die Pflanze in allen ihren Theilen gesund bleibe; welkt ein einziges Blatt unter dem Rezipienten, oder leiden die Wurzeln, so findet sich das Gewicht der Pflanze im trockenen Zustande oft vermindert, wenn sie gleich eine grosse Menge von kohlensaurem Gas entmischt hat.

§. 3.

Von der Zerlegung des Wassers durch die Gewächse.

Da sich die Pflanzen den Sauerstoff und den Wasserstoff des Wassers aneignen, so kann man vermuthen, dass sie unter gewissen Umständen den Sauerstoff, der dieser Flüssigkeit als Element gedient hat, wieder aushauchen. Die todten, übereinander gehäuften, ohne den Zutritt der äusseren Luft gährenden Gewächse, bilden das kohlensaure Gas gänzlich aus ihrer Substanz. Bey dieser Operation vereinigt sich, mit Hülfe der sich bey der Gährung erzeugenden Wärme, der Sauerstoff des während der Vegetation fest

gewordenen oder gebundenen Wassers mit dem Kohlenstoffe, um kohlensaures Gas hervorzubringen; und die vegetirenden Pflanzen hauchen, während sie jenes kohlensaure Gas zersetzen, den, ursprünglich dem Wasser zugehörigen Sauerstoff wieder aus. Es scheint indess nie der Fall zu seyn, dass sie es, (das Wasser) unmittelbar zersetzen, indem sie sich dessen Wasserstoff aneignen, und unmittelbar sein anderes Element, im Zustande von Sauerstoffgas, entwickelten.

Die grünen, Tag und Nacht hindurch im Stikgase vegetirenden Pflanzen, verbreiten darinne mehreremal ihr Volumen an Sauerstoffgas, weil sie, in den ersteren Perioden dieser Vegetation, wo ihnen die Berührung mit diesem Gase durchaus mangelt, gänzlich aus ihrer eigenen Substanz kohlensaures Gas bilden, welches sie zersetzen. Allein die nemlichen Pflanzen, oder wenigstens solche, die nicht fleischiger Natur sind, mischen einer Atmosphäre von gemeiner Luft oder Sauerstoffgas, in welcher sie Tag und Nacht hindurch vegetiren, kein Sauerstoffgas bey, und doch kann man blos in dieser Atmosphäre beurtheilen, ob sie das Wasser unmittelbar zersetzen, weil das kohlensaure Gas, welches sie darinne bilden, das Resultat der Verbindung ihres Kohlenstoffes mit dem umgebenden Sauerstoffgas, und keinesweges ein alleiniges Produkt aus ihrer eigenen Substanz ist *c*).

c) Die Resultate der nachfolgenden Versuche sind denen, die ich eben angezeigt habe, nicht entgegengesetzt. Ich habe drey Wochen hindurch, im Sonnenscheine, mit Hülfe des Wassers unter zwey gleichen mit atmosphärischer Luft gefüllten Rezipienten zwey Pflanzen von der

Ich habe vier Monate hindurch, im Sonnenscheine, mit Hülfe des Wassers den rothen Weiderich (Lythrum Salicaria) in vierzig Kubikzoll atmosphärischer Luft, die durch Wasser und Quecksilber gesperrt war, vegetiren lassen; ich habe die Pflanze darinn verschiedenemale erneuert, damit sie durchaus keine Veränderung erleiden möchte; nach diesem langen Versuche enthielt die Luft einen Hunderttheil Sauerstoffgas weniger, als zu der Zeit, wo sie der Einwirkung der Vegetation ausgesetzt worden war, und doch gieng diese darinne sehr kraftvoll und lebendig von statten.

Ich liess auf gleiche Weise, unter völlig gleichen Umständen, drey Monate hindurch Pflanzen des Polygonum Persicaria vegetiren, und die atmo-

Wassermünze (Mentha aquatica L.) vegetiren lassen. Ich habe in jeden Rezipienten, neben die vegetirende Pflanze, eine verwelkte, aber nicht getroknete, wiewohl völlig todte Münzpflanze gebracht; allein in dem einen dieser Rezipienten war diese Pflanze durch das Wasser, welches zum Sperren diente, bedekt, während dass im andern Rezipienten die verwelkte Münze in der darinn enthaltenen Luft aufgehangen war. Die Pflanze, welche in der Nachbarschaft der letzteren vegetirte, hat ihre Atmosphäre nicht verbessert, indess diejenige, welche mit der untergetauchten Pflanze vegetirte, der gemeinen, sie umgebenden Luft, mehreremal ihr Volumen an Sauerstoffgas zugefügt hat. Die verschiedene Entstehung des durch diese beyden verwelkten Pflanzen erzeugten Sauerstoffgases erklärt diese Resultate unter diesen beyden Umständen. Die unter Wasser befindliche Pflanze lieferte das kohlensaure Gas allein aus ihrer Substanz, da die, welche sich in der Luft befand, nur den Kohlenstoff dieser Luftsäure hergab.

sphärische sie umgebende Luft empfand keine Verbesserung, keine merkbare Veränderung.

Alle andere Pflanzen mit dünnen Blättern, welche ich den nemlichen Proben aussetzte, haben mir die nemlichen Resultate gegeben.

Die einzige Wirkung, die befremden könnte, ist, dass sie ihre Atmosphäre nicht weiter merkbar verderben, indem sie bey der Zerlegung des kohlensauren Gases, welches sie hier bildeten, deren Sauerstoffgas absorbirten. Allein man muss bedenken, dass die in einem nicht erneuerten Wasser untergetauchten Wurzeln, während sie in dieser Zeit der Berührung des Sauerstoffgases beraubt waren, ganz allein aus ihrer eigenen Substanz eine kleine Quantität kohlensaures Gas hervorbringen müssen, und dass die Entmischung des letzteren durch die Blätter, die Absorption des Sauerstoffgases fast völlig ins Gleichgewicht setzen könne.

Ich habe wirklich oft bey diesen Versuchen bemerkt, dass die Wurzeln eine kleine Quantität Luft entweichen lassen, vorzüglich, wenn sie der Sonne ausgesetzt sind. Im Schatten würde das Gas, so wie es hervorgebracht worden, von der Pflanze wieder eingesogen seyn.

Wenn die Pflanzen im Wasser eine überflüssige Menge Sauerstoffgas fänden, so würden sie bey der Zersetzung des kohlensauren Gases allen Sauerstoff dieses letztern ausstossen; die im zweyten Capitel angeführten Versuche haben aber bewiesen, dass sie sich einen Theil dieses Sauerstoffes aneigneten. Der, wel-

chen sie in dem Wasser fanden, das sie ernährte, reichte daher zu ihrer Nahrung nicht hin.

Der Cactus Opuntia, und wahrscheinlich noch andere fleischige Gewächse *d*), scheinen beym ersten Anblick Resultate anzuzeigen, die von den eben beschriebenen eine Ausnahme machen. Der Cactus kann, wenn er Tag und Nacht hindurch unter dem nemlichen mit atmosphärischer Luft angefüllten Rezipienten, der man vorläufig alles ihr kohlensaures Gas entzogen hat, mehreremale sein Volumen Sauerstoffgas ausstossen: ich habe mit dieser Pflanze den nachfolgenden Versuch angestellt; ich habe ihn unter gleichen Umständen viermal wiederholt, und jederzeit den nemlichen Erfolg gehabt. Die ausführliche Beschreibung, die ich jetzt davon geben will, wird die Genauigkeit meiner Verfahrungsart beweisen.

Ich pflükte im Junius, beym Untergang der Sonne, ein Glied oder ein Blatt des Cactus, welches drey viertel Kubikzoll (15 *centimètres cubes*) Raum einnahm. Es wurde in ein, mit einem Fusse versehenes Glas, auf dessen Boden sich ein halber Kubikzoll (oder 10 *centimètres cubes*) destillirtes Wasser befand, gesetzt; das Blatt berührte die Oberfläche dieser Flüssigkeit blos mit seiner Spitze, oder vielmehr seinem keilförmigen Ende.

d) Ich habe das Hauslaub (Sempervivum tectorum), die Stapelia variegata, und das Sedum Telephium den nemlichen Proben unterworfen; sie konnten aber eine sehr feuchte Atmosphäre nicht lange genug ertragen, ohne zu leiden.

Das Ganze wurde mit einem ziemlich langen Rezipienten bedekt, damit schon die Veränderung von einem viertels-Kubikzoll in dem Volumen der atmosphärischen Luft, die er enthielt, bemerkt werden könnte. Die Luft, welche von kohlensaurem Gase befreyt worden war, nahm darinne zwey und vierzig und drey viertel Kubikzoll (847 *centimètres cubes*) ein.

Als das in dem Glase befindliche Wasser so weit aufgezehrt war, dass es mit dem Cactus nicht mehr in Berührung stand, konnte ich ihm, ohne ihn herausziehen zu müssen, eine neue Quantität verschaffen, indem ich den Rezipienten in gekochtes Wasser tauchte, und wieder aufhob. Er war durch diese Flüssigkeit, die bis in sein Inneres heraufstieg, verschlossen, und der Boden des Beckens, auf den er ruhte, mit Quecksilber angefüllt. Nach ein und dreyssig Tagen zog ich die Pflanze heraus, wo sie so gesund aussah, als damals, wo ich sie zum Versuch angewandt hatte; sie hatte Wurzeln von einem Zoll (2,7 *decimètres*) Länge getrieben, und ihre Atmosphäre war um drey und einen halben Kubikzoll (69 *centimètres cubes*) grösser geworden. Das Eudiometer zeigte in den sechs und vierzig und einem halben Kubikzoll (917 *centimètres cubes*) Luft (wo ich die Mittelzahl aus fünf verschiedenen Beobachtungen nehmen will) fünf und zwanzig Hunderttheile Sauerstoffgas, und vor dem Einbringen der Pflanze von der nemlichen Luft ein und zwanzig an. Es enthielt diese Atmosphäre gar kein kohlensaures Gas.

Aus diesen Angaben geht hervor, dass der Cactus in Zeit von einem Monate, im Sonnenlichte drey und ein halb mal sein Volumen an Sauerstoffgas

ausgehaucht hatte, welches blos der Zersetzung des Wassers zugeschrieben werden muss.

Es scheint indess nicht, als wenn die Pflanze diese Zerlegung unmittelbar vorgenommen, oder sich unmittelbar den Wasserstoff des Wassers, beym Ausstossen des Sauerstoffes desselben, zugeeignet hätte. Eine tiefere Untersuchung führt darauf, zu glauben, dass sie blos und allein im Sonnenlichte aus ihrer eignen Substanz kohlensaures Gas erzeugt, und dasselbe hernachmals wieder zerlegt habe.

Man muss hier aber folgendes nicht aus der Acht lassen:

1. dass die innern Theile des Cactus, wegen ihrer geringen Oberfläche und dem Mangel an Porosität ihrer Oberhaut e), mit dem Sauerstoffgase nicht in unmittelbarer Berührung stehen, wenn die Sonne die freie Luft herausgetrieben, die sich in sie hineingeschlichen hatte; nach dieser Austreibung befinden sie sich beynahe in den nemlichen Umständen, als wenn man sie der Destillation in einem verschlossenen Gefässe unterwürfe, oder als wenn sie im Stikgase vegetirten, sie bilden nemlich ganz allein aus ihrer Substanz kohlensaures Gas. Bey den dünnen Blättern findet der nemliche Fall nicht statt; alle ihre Theile stehen mit der sie umgebenden Luft in unmittelbarer Berührung, nicht blos, weil ihr Fleisch weniger dick,

e) Die Oberhaut der Blätter der fleischigen Gewächse hat weit weniger Poren als die der Blätter anderer Pflanzen. Man verdankt diese treffliche Beobachtung dem Herrn DECANDOLLE.

sondern auch, weil ihre Oberhaut, bey übrigens völlig gleichen Umständen, mit einer bey weitem grössern Menge von Löcherchen durchbohrt ist. Die Verbesserung, die der Cactus in seiner Atmosphäre zu Stande bringt, ist sehr gering; sie beträgt nach vier und zwanzig Stunden, unter den günstigsten Umständen, doch nicht mehr als den dreyzehnten Theil des Volumens des Blattes.

2. Ein direkter Versuch hat mir bewiesen, dass der Cactus nur darum Sauerstoffgas ausathmete, weil er das kohlensaure Gas entmischte. Ich liess einen Monat hindurch, Cactusse unter den nemlichen Umständen, wie die waren, wo selbige drey und ein halb mal ihr Volumen Sauerstoffgas hervorgebracht hatten, vegetiren; allein, ich hängte an dem obern Theile des Rezipienten ein Gefäss mit Kali auf: der Cactus hat alsdann seiner Atmosphäre kein Sauerstoffgas weiter zugesetzt, er hat sie ganz und gar nicht verändert, und die Pottasche ist aufbrausend geworden; die Pflanze litt indess nicht; sie trieb Wurzeln, wie beym vorhergehenden Versuche. Die Pottasche raubte bey diesem letztern dem Gewächse das kohlensaure Gas nicht, welches dasselbe in der Finsterniss mit dem umgebenden Sauerstoffgase bildete: der Cactus hielt dieses Gas in seinem dicken Fleische zurük; das Kali entzog der Pflanze blos dasjenige Gas, welches sie aus ihrer eigenen Substanz bildete. Ich habe, als ich Kalkwasser unter den Rezipienten that, gesehen, dass das letztere kohlensaure Gas nur in der Sonne hervorgebracht wurde.

3. Ich habe im vierten Paragraphen des zweyten Capitels, beym fünften Versuche gezeigt, dass der

Cactus, der mit Hülfe des Wassers in einer Mischung von gewöhnlicher Luft und kohlensaurem Gas vegetirt, einen beträchtlichen Antheil von Sauerstoff, der in diesem Gase enthalten ist, so wie andre Pflanzen gleichfalls thun, zurükhält, und dabey die Kohlensäure zerlegt. Diese Pflanze findet daher im Wasser allein, keine hinreichende Menge Sauerstoff: sie ist deswegen, auch unter den ihrer Vegetation günstigsten Umständen weit entfernt, diesen Grundbestandtheil des Wassers als überflüssig von sich zu stossen.

4. Ich habe mit der grössten Sorgfalt nachgeforscht, ob die Cactusse, die während einer einmonatlichen Vegetation in atmosphärischer, von allem kohlensauren Gase befreyter Luft, drey und ein halb mal ihr Volumen Sauerstoffgas ausgehaucht hatten, in dieser Operation ihre trokne vegetabilische Materie vermehrten *f)*. Ich habe aber keine Zunahme gefunden; ja, es schien mir sogar, als ob diese Substanz beständig eine kleine Verminderung am Gewicht erlitten hätte.

Kürzliche Wiederholung.

Die Pflanzen eignen sich den Sauerstoff und den Wasserstoff des Wassers an, und lassen es auf diese Weise seinen flüssigen Zustand verlieren. Diese Assimilation erscheint nicht eher deutlich, als wenn sie sich zu gleicher Zeit Kohlenstoff einverleiben.

f) Um den Cactus zu troknen, habe ich ihn einige Augenblicke in kochendes Wasser getaucht, und alsdann der Sonne ausgesetzt.

Das durch die Gewächse festgemachte oder fixirte Wasser kann wahrscheinlicher Weise seinen Sauerstoff in Gasgestalt nicht eher verlieren, als nach dem Tode der Pflanze oder eines seiner Theile. Wenn die Vegetabilien, die sich den Wasserstoff und den Sauerstoff des Wassers angeeignet haben, zu gähren beginnen, ohne mit dem Sauerstoffgas zu dieser Zeit in freier Berührung zu stehen, so bilden sie alsdann Kohlensäure gänzlich aus ihrer eigenen Substanz. Der Sauerstoff des gebundenen Wassers kann sich mit ihrem Kohlenstoffe vereinigen, um kohlensaures Gas zu verfertigen; und die Pflanzen, oder die vegetirenden Theile, stossen beym Forttreiben des Sauerstoffes dieses letztern, einen Grundstoff mittelbar aus, der anfänglich dem Wasser angehört hatte.

Auf diese Weise kann das Wasser, durch den Beytritt der Vegetation und einer ohne Berührung der Luft vor sich gehenden Gährung sein vorzüglichstes Element im Zustande von Sauerstoffgas, entweichen lassen.

Allein in keinem einzigen Falle zerlegen die Pflanzen das Wasser auf direkte Weise, indem sie sich den Wasserstoff aneignen, und den Sauerstoff im Gaszustande ausstossen; sie hauchen das Sauerstoffgas blos durch unmittelbare Zerlegung der Kohlensäure aus.

Die Pflanzen mit dünnen Blättern, welche mit Hülfe des reinen Wassers in einer Mischung von Sauerstoffgas und Stikgas vegetiren, und dabey der successiven Einwirkung der Sonne und der Nacht ausgesetzt worden, fügen derselben kein Sauerstoffgas zu, und liefern kein äusseres Anzeichen von einer

direkten Zersetzung von Wasser. Man kann das Sauerstoffgas, was sie in reinem Stikgase, oder unter Wasser ausstossen, keiner unmittelbaren Wasserzerlegung zuschreiben, weil sie jederzeit, wenn sie sich in einem von Sauerstoffgase befreyten Aufenthaltsorte befinden, kohlensaures Gas gänzlich aus ihrer eigenen Substanz bilden.

Einige in gemeiner, von kohlensaurem Gase befreyter Luft vegetirende fleischige Gewächse fügen dieser Atmosphäre eine Quantität Sauerstoffgas bey, die ihr Volumen mehreremale übersteigt; allein dieses Gas kommt blos von der Entmischung des kohlensauren Gases her, welches sie in dem Sonnenlichte, ganz aus ihrer eigenen Substanz bilden, (wenn es gleich anfänglich dem Wasser angehört haben mag); denn, setzt man in ihre Nachbarschaft eine Substanz, die geschikt ist, dieses kohlensaure Gas zu absorbiren, so geben sie dem Medium, in welchem sie Tag und Nacht hindurch vegetiren, kein Sauerstoffgas weiter zu; sie geben auch, obgleich ihre Vegetation sehr lebhaft und kräftig ist, weiter kein Anzeichen von unmittelbar zersetztem Wasser. Die ausschliessliche Eigenschaft, welche die fleischigen Gewächse besitzen, kohlensaures Gas aus ihrer eigenen Substanz zu bilden, kommt von der geringen Porosität ihrer Oberhaut, oder von der geringen Berührung, die ihre innern Theile mit dem sie umgebenden Sauerstoffgase haben, her.

Man wird nicht zweifeln können, dass der grösste Theil des Wasserstoffs, den die einjährigen Pflanzen erlangen, wenn sie sich in freier Luft mit Hülfe von destillirtem Wasser entwickeln, seinen Ursprung aus

dieser Flüssigkeit, die sie solidisiren, nehmen. Man muss ein gleiches vom Sauerstoffe desselben sagen: denn man kann abnehmen, dass die Quantität von Sauerstoff, welches sie in den atmosphärischen Gasen schöpfen, sey es nun durch das kohlensaure Gas, welches diese Gewächse in einer gegebenen Zeit zersetzen können, oder durch die geringe Veränderung, die sie in der gewöhnlichen Luft hervorbringen, nicht zureicht, um Rechenschaft von dem zu geben, welches sie in der kurzen Zeit ihrer Entwickelung erlangen. Man vergesse nicht, dass das Wasser das häufigste Produkt bey der Zerlegung des grössten Theiles der trockenen Vegetabilien, oder, dass der Sauerstoff ihr Hauptelement ist.

Achtes Capitel.

Von der Einsaugung der Auflösungen durch die Wurzeln der Pflanzen.

§. 1.

Das Wasser und das Gas sind zwey Nahrungsmittel, welche nicht allein hinreichen, um die gänzliche Entwickelung der Gewächse zu bewirken.

Die Wurzeln sind zu enge Filtrirgefässe, als dass sie andre Substanzen, wie Flüssigkeiten, einsaugen könnten. Wenn sie feste Theile zulassen, so müssen diese so verdünnt, so zertheilt seyn, dass ihre Ausbreitung in der Flüssigkeit alle Kennzeichen einer wahren Auflösung an sich trägt a). Die Untersuchun-

a) Ich habe einen Monat hindurch dreyssig Pflanzen vom Wasserknöterich (Polygonum Persicaria) und Pfeffermünze (Mentha piperita) mit destillirtem Wasser ernährt, dem ich ein bestimmtes Gewicht von sehr fein zertheiltem Kiesel beygemischt hatte, der zum Theil darinnen, durch etwas wenigen in der Flüssigkeit aufgelösten Zucker, zurükgehalten wurde. Ich habe nach Beendigung des Versuches, weder bey der Einäscherung der Pflanze, noch bey einer sehr genauen Untersuchung des Rükstandes der eingesaugten Flüssigkeit gefunden, dass diese Erde merklich in das Gewächs eingedrungen wäre. Bonnet liess

gen über die Absorption der Auflösungen durch die Vegetabilien, sind für die Theorie ihrer Ernährung sehr wichtig, weil sie uns zur richtigen Schätzung der Menge und Art von Nahrung, die sich dieselben mittelst ihrer Wurzeln im Boden aneignen können, führen.

Tull, Vanhelmont, und selbst einige neuere Naturforscher, haben zu zeigen gesucht, dass die Gewächse in der vegetabilischen Erde nichts als Wasser schöpften *b*), und dass der Dünger blos in so fern auf den Boden wirkte, als er den Pflanzen ein mehr oder weniger passendes Unterstützungsmittel zur Zurükhaltung der Wärme und Feuchtigkeit gäbe. Diese Schriftsteller haben angenommen, dass die Lebens-

einige Gewächse Tinte einsaugen; allein der färbende nicht aufgelöste Theil ist nur in einer unwägbaren Quantität eingesaugt worden. Er würde in weit grösserer Menge durch die vollkommensten Filtrirgefässe, die wir irgend machen können, durchgegangen seyn.

b) Ich halte es für unnütz hier die Versuche von Vanhelmont, Tillet, Bonnet, und Duhamel herzuerzählen, welche die Hauptstützen dieser Theorie gewesen sind. Die Unvollkommenheit ihrer Verfahrungsart ist durch Bergmann, Kirwan und Hassenfratz hinlänglich dargethan worden: sie haben vorzüglich bemerkt, dass die Gefässe, in welchen Tillet und Vanhelmont die Pflanzen vegetiren liessen, porös, und in vegetabilische Erde eingegraben waren, welche auf die, von jenen Naturforschern erhaltenen Resultate Einfluss haben konnten. Duhamel's Eiche war durch ein von Natur mit Extraktivstoffen beladenes Wasser angefeuchtet worden; Bonnet's Pflanzen hatten mehr oder weniger im Wasser auflösliche Substanzen zur Unterstützung.

kraft, sowohl die thierische, als die vegetabilische, indem sie auf verschiedene Weise die atmosphärische Luft und das Wasser zersetzte oder verbände, alle Substanzen, selbst die Salze, die Erden, und die Metalle, welche die Analyse und die Einäscherung bey den Gewächsen zeigen, hervorbringen könnte. Diese verworrene (*confuse*) Idee ist eben so wenig fähig bewiesen zu werden, als die, Gold mit Substanzen zu machen, die nichts davon enthalten. Ehe wir zu unverständlichen, wunderbaren, und mit allen bekannten Beobachtungen im Widerspruch stehenden Verwandlungen unsre Zuflucht nehmen, wollen wir uns erst mit Genauigkeit versichern, dass die Pflanzen diese völlig gebildeten Stoffe in den Umgebungen, worinne sie sich befinden, nicht schöpfen und nicht finden.

Andere Autoren haben sich der Wahrscheinlichkeit mehr genähert, indem sie annehmen, dass alle Elemente der Vegetabilien mit Ausnahme des Wassers, ihnen in Gasform mitgetheilt werden. Allein sobald man sich an die direkten Resultate der Beobachtung hält, so kann sich diese Hypothese eben so wenig ganz erhalten. Das Sauerstoffgas und das kohlensaure Gas sind die einzigen uns bekannten luftförmigen Prinzipien, womit sich die Pflanzen in unsrer Atmosphäre ernähren können. Die Erfahrung beweist, dass sich der grösste Theil unter ihnen das Stikgas nicht aneignet, und doch macht der Stikstoff einen wesentlichen Bestandtheil der Vegetabilien aus: man findet ihn beständig im Holze, in den Extrakten und in der grünen färbenden Materie. Die Pflanzen enthalten Erden, welche wie bey den Thieren, dazu bey-

tragen können, ihre soliden, oder knochenartigen Theile zu bilden; und man kann nicht beweisen, dass diese Substanzen in unserer Atmosphäre in luftförmigen Zustande existiren, aber man sieht sie im Zustande von Zurükhaltung und von Dünsten; man zeigt, dass sie sich in den Quellen befinden, die die vegetabilischen Erden durchwaschen haben, und in die Wurzeln hineindringen. Man zeigt noch, dass diese nemlichen Quellen Extraktivstoffe aufgelöst enthalten, bey denen der Stikstoff einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht; dass die Fruchtbarkeit des Bodens unter gewissen Verhältnissen und gewissen Einschränkungen der Menge und der Natur der im Wasser auflöslichen Stoffe, die er enthält, untergeordnet ist. Man erkennt endlich, dass die Vegetabilien, indem sie sich diese Stoffe aneignen, ihn endlich erschöpfen oder unfruchtbar machen.

Diejenigen Pflanzen, welche von Natur auf dürren Felsen oder reinem Sande wachsen, finden unter den Resten von Vegetabilien und Thieren, welche in unserer Atmosphäre umherschwimmen, diejenigen Nahrungsmittel, welche die Gase, die dieselbe ausmachen, nicht fähig sind, herzugeben. Diese Körperchen legen sich auf die Blätter, lösen sich im Wasser auf, welches sie verdicken, und dringen so in das Innere derselben. Das von den Wurzeln eingesogene Regenwasser ist mit den nemlichen Bestandtheilen angefüllt *).

*) *So sinnreich diese Erklärungsart auch ist, so möchte es doch wohl noch schwer seyn, ihr alles hypothetische durch Thatsachen zu benehmen. Umher-s c h w i m m e n d e Theilchen todter*

Der Gewächse, welche sich gänzlich entwickeln können, indem sie auf diese Weise aus unsrer Atmosphäre allen ihren Unterhalt schöpfen, giebt es nur eine sehr geringe Zahl. Eine so wenig überflüssige Nahrung kann nur denen, die einen ihrer Lage angemessenen Bau besitzen, Genugthuung leisten; nur solchen, die mit einer langen und zähen Lebenskraft begabt, eine sehr langsame, vielleicht der geringen Quantität von Nahrungsmitteln, die sie sich aneignen, angemessene Entwickelung besitzen. Der grösste Theil unter ihnen, die Moose, die Farrenkräuter, die fleischigen Gewächse, die Tannen, sind immergrünend: ihre Blätter zerlegen das ganze Jahr hindurch kohlensaures Gas; sie bieten denen in unserer Atmosphäre umherschwimmenden Körperchen Anhaltepunkte dar; sie dünsten wenig aus; sie sind entweder lederartig oder saftig, und in beyderley Fällen verlieren sie nur eine sehr geringe Menge ihres Kohlenstoffes durch die Einwirkung des sie umgebenden Sauerstoffgases. Allein man findet auf einem von Pflanzenerde freien Boden, fast gar keine einjährigen Pflanzen (Sommergewächse), ihr Wachsthum oder ihre Entwickelung muss zu schleunig von statten gehen, als dass sie in unserer Atmosphäre die grosse

Geschöpfe sind nicht zu beweisen, als etwa nur zufällig. Ueberdem ist nicht immer einzusehen, auf welche Weise sie in der Oekonomie der Natur so mechanisch getrennt, und dann an die Felsen hingeschwemmt werden könnten. Sind sie aber chemisch in der Atmosphäre, so sind sie, wie schon bekannt, als Gase oder Dünste vorhanden, und dann liefert eine aus ihnen bereitete Kohlensäure wiederum das Hauptnahrungsmittel, wie solches mir immer noch am wahrscheinlichsten ist.
A. d. Ueb.

Menge von Nahrungsmitteln, die sie verbrauchen, finden könnten *).

Sie fangen an, zu schmachten, wenn sie die in ihren Saamen selbst enthaltene Nahrung erschöpft haben. Ich habe versucht Saamen von Bufbohnen (Vicia Faba), von türkischen Bohnen (Phaseolus vulgaris), von Erbsen, und von Gartenkresse (Lepidium sativum) sich entwickeln zu lassen, indem ich ihnen reinen Sand oder Pferdehaare, in Trichtern die das überflüssige destillirte Wasser womit ich sie befeuchtete, durchlaufen liessen zur Unterstützung gab. Sie haben oftmals geblüht, aber nie konnten ihre Saamen zur Reife gelangen. Ich habe indessen dergleichen Experimente fünf Jahre hintereinander mit aller möglichen Sorgfalt verändert. Giobert Hassenfratz u. a., sind bey diesen nemlichen Versuchen meine Vorgänger gewesen, ohne glücklichere Resultate zu erhalten **).

*) *Hier erlaube mir der Verf. wiederum, zu erinnern, dass Sommergewächse auf einem Boden ohne Dammerde hauptsächlich darum nicht vorkommen, weil sie gewöhnlich nur aus Saamen, wenigstens nie aus Schösslingen und dergl. entstehen können, und dass jene Saamen auf unfruchtbaren Felsen, wenn sie ja dahin gekommen wären, nicht zum Keimen gelangen. Ausserdem zeigt die Theorie der ursprünglichen Zeugung, dass zur unmittelbaren Hervorbringung von Pflanzen eine solche Menge constituirender Bestandtheile im Boden (der also wohl nicht leicht nakter Felsen seyn kann) gehören, dass auch darum nur dergleichen an einem Orte, wo sich vegetabilische Erde, und Reste organischer Körper befinden, angetroffen werden.* A. d. Ueb.

**) *Auch mir sind einige Versuche dieser Art nicht besser geglükt, als obigen Naturforschern.*

A. d. Ueb.

Diejenigen, welche meinen, dass die atmosphärische Luft und das Wasser die einzigen Grundbestandtheile und die einzigen Nahrungsmittel der Gewächse seyen, wenden ein, dass der Sand, die Pferdehaare, und andere ähnliche Stützen keine passenden Mittel abgeben, damit die zur Vegetation erfoderliche bestimmte Quantität von Wasser dargebracht werden könne.

Dieser Einwand würde gegründet seyn, wenn nicht mancherley Beobachtungen bewiesen, dass ein Boden seiner vegetativen Bestandtheile grösstentheils beraubt seyn könne, ohne dass man ihn doch dann vom fruchtbarsten Boden durch seine physischen Eigenschaften zu unterscheiden im Stande wäre. Diese Eigenschaften sind aber die, die Wärme und die Feuchtigkeit zurükzuhalten, sich von dem Wurzeln durchdringen zu lassen, und ihnen zur Stütze und Festhaltung zu dienen. So ist es bekannt, dass eine durch Quellwasser oder Regen sehr ausgewaschene Erde von ihrer Fruchtbarkeit verliert; indessen behält dieser Boden das nemliche Ansehen, die nemliche Farbe, Schwere, und die nemliche Festigkeit. Als ich (im fünften Capitel, zweyten Paragraphen) eine fast reine Dammerde des grössten Theils ihrer Extraktivstoffe beraubt hatte, behielt sie doch ihr äusseres Ansehen und Kennzeichen bey. Ihre Fruchtbarkeit verminderte sich indess. Wenn es möglich wäre, eine Dammerde von ihren im Wasser auflöslichen vegetabilischen Theilen gänzlich zu befreien, so würde man sie vielleicht dem Sande in Rüksicht der vegetativen Fähigkeiten ähnlich machen können; allein diese absolute Beraubung ist unmöglich, und man kann hier blos von Annäherung sprechen.

Wenn der Dünger die vegètabilische Ernährung hauptsächlich durch diese Gase; die er entwickelt, begünstigte, so würde sich ein nicht besäetes Feld, was kein einziges Gewächs hervorbringt, eben so gut erschöpfen, als ein solches, was eine reiche Erndte ernährt; alle Operationen des Ackerbaues beweisen aber das Gegentheil; man findet dass die Erndten den Boden arm machen, und dass sie diese Wirkung ihrer Natur nach mehr oder weniger hervorbringen. Im Durchschnitt erschöpfen die einjährigen mit vegetabilischer Substanz sehr stark versehenen Pflanzen den Boden mehr, als die lange lebenden, deren Entwickelung weniger schnell von statten geht, und mehr als die Sommergewächse mit saftigen Blättern, die wenig ausdünsten, wie Erbsen, Bufbohnen und Buchweitzen (Polygonum Fagopyrum L.) *c*).

Man kann noch eine andere Beobachtung, die eine Folge der vorhergehenden ist, anstellen, und ihr als Probe dient; dass nemlich diejenigen Pflanzen, die am meisten erschöpfen, auch diejenigen sind, welche den an nährenden Bestandtheilen reichsten Boden verlangen.

c) Bibliotheque Britannique. (*Mémoires sur la culture du Blé. Agriculture, Vol. V. p.* 499.)

§. 2.

Absorbiren die Pflanzen in dem nemlichen Verhältnisse wie das Wasser, auch die in dieser Flüssigkeit aufgelösten Substanzen?

Ich habe verschiedene Auflösungen zubereitet, von denen jede vierzig Kubikzoll (oder 793 *centimètres cubes*) destillirtes Wasser, und zwölf Gran (oder 637 *grammes*) von der Substanz, die ich sogleich anzeigen werde, enthielt. Ich will diese zwölf Gran gleich hundert Theilen annehmen:

demnach enthielt:

die 1ste	Auflösung	100 Theile	salzsaures Kali.
— 2te	—	— —	salzsaures Natrum.
— 3te	—	— —	salpetersauren Kalk.
— 4te	—	— —	schwefelsaures Natrum *d*).
— 5te	—	— —	salzsaures Ammoniak.
— 6te	—	— —	essigsauren Kalk.
— 7te	—	— —	schwefelsaures Kupfer.
— 8te	—	— —	krystallisirten Zucker.
— 9te	—	— —	arabisches Gummi.
— 10te	—	25 Theile	Dammerde-Extrakt *e*).

d) In Pulver zerfallen. A. d. V.

e) Ich habe kein trockenes vorher bereitetes Extrakt aufgelöst, weil bey diesem Verfahren die Auflösung den Theil des Extraktes, welcher sich während dem Abdampfen niedergeschlagen hat, in Suspension erhält; ich habe die Dammerde kalt mit Wasser aufgegossen; die Abdunstung von einem Theile dieses Aufgusses zeigte mir, dass die, in welcher ich die Pflanzen vegetiren liess, fünf und zwanzig Theile Extrakt enthielt. Die mit den Salzen erhaltenen Resultate sind genauer als die mit dem Extrakte,

Ich tauchte in jede von diesen Auflösungen Pflanzen von Polygonum Persicaria oder Bidens cannabina, welche mit ihren Wurzeln versehen waren. Ich weihete diesen Untersuchungen vorzüglich Sumpfgewächse, damit sie von dem Ueberflusse von Wasser, das zu ihrer Nahrung bestimmt war, weniger leiden sollten. Ich füge hinzu, dass ich sie, ehe ich sie zum Versuche anwandte, einige Tage lang erst in destillirtes Wasser setzte, bis ihre Wurzeln anfiengen sich zu verlängern, damit sie erst ihre völligen Kräfte wieder erlangen möchten.

Die Polygonum-Pflanzen vegetirten im Schatten, fünf Wochen hindurch in den Auflösungen von salzsaurem Kali, salpetersaurem Kalk und Dammerden-Extrakt, worinne sie ihre Wurzeln entwickelten: sie schmachteten im salzsauren Ammoniak beständig, ohne irgend sich zu entwickeln: nach Verlauf von acht bis zehn Tagen starben sie im Gummi-Wasser, und in der essigsauren Kalk-Auflösung; in der schwefelsauren Kupfer-Auflösung konnten sie nicht länger als zwey oder drey Tage leben.

Die Bidenspflanzen verfolgten in diesen verschiedenen Auflösungen beynahe den nemlichen Weg. Sie leisteten darinn, im Durchschnitt genommen, noch weniger Widerstand als die Polygonum-Pflanzen.

Als ich untersuchte, in welchem Verhältnisse die aufgelösten Substanzen in Beziehung auf das Wasser

dem Zucker, und dem Gummi, weil diese vegetabilischen Verbindungen durch ihre Berührung mit den Wurzeln immer etwas verderben.

durch die Einsaugung, die die Wurzeln daraus machten, absorbirt würden, habe ich die nemlichen Auflösungen angewandt; allein ich endigte den Versuch sogleich, wenn die Pflanzen genau die Hälfte der Flüssigkeit, die sie ernährte, eingesogen hatten. Diese betrug zwanzig Kubikzoll (oder 397 *centimètres cubes*) der Auflösung. Es befanden sich ihrer eine genugsam grosse Menge darinn, so dass diese Einsaugung in Zeit von zwey Tagen vollendet seyn konnte. Hätte die Zeit länger gewährt, so möchten die Wurzeln in denjenigen Auflösungen, die ihnen nicht behagten, in Fäulniss übergegangen seyn. Ausserdem hätten noch der Zucker, das Gummi uud das Extrakt von der Dammerde durch die Gährung den grössten Theil ihrer Grundstoffe verlieren können.

Die Analyse der zwanzig Kubikzoll (397 *centimètres cubes*) Auflösung, welche die Pflanzen nach dem Einsaugen in jedem Gefässe zurükliessen, zeigte mir die Quantität der Salze an *f*) mit denen sie beladen waren; sie würden funfzig Theile davon genommen

f) Die salzigen Auflösungen wurden durch Reagentien mit mehr Sorgfalt, als noch in irgend einem andern Verfahren angewandt worden war, untersucht. Ich hatte mich überzeugt, dass hundert Theile salzsaures Kali, die ich angewandt hatte, mit salpetersaurem Silber einen Niederschlag bildete,

	gleich: — — —	$187\frac{1}{2}$	Theilen.
100 Theile	salzsaures Natrum, durch das nemliche Reagens — —	$232\frac{1}{2}$	—
— —	salzsaures Ammoniak, durch das nemliche Reagens — —	270	—
— —	salpetersaurer Kalk, durch sauerkleesaures Kali — —	78	—

haben, wenn die Einsaugung der salzigen Substanzen in dem nemlichen Verhältnisse von statten gegangen wäre, als die des Wassers. Ich fand aber, dass das Polygonum beym Einsaugen die Hälfte der zu den Versuchen angewandten Flüssigkeit nicht mehr absorbirt hatte, als:

14,7	Theile	—	salzsaures Kali.
13	—	—	salzsaures Natrum.
4	—	—	salpetersauren Kalk.
14,4	—	—	schwefelsaures Natrum.
12	—	—	salzsaures Ammoniak.
8	—	—	essigsauren Kalk.
47	—	—	schwefelsaures Kupfer.
9	—	—	Gummi.
29	—	—	Zucker.
5	—	—	Dammerden-Extrakt.

Der Bidens hatte eingesogen:

16	Theile	—	salzsaures Kali.
15	—	—	salzsaures Natrum.
8	—	—	salpetersauren Kalk.
10	—	—	schwefelsaures Natrum.
17	—	—	salzsaures Ammoniak.

100	Theile	essigsaurer Kalk, durch das nemliche Reagens	—	—	$81\frac{3}{4}$	—
—	—	schwefelsaures Natrum (in Pulver zerf.) durch essigsauren Baryt			$167\frac{1}{2}$	—
—	—	schwefelsaures Kupfer, durch das nemliche Reagens	—	—	$94\frac{1}{2}$	—

Die Auflösungen von Gummi, Zucker und Extrakt der Dammerde wurden bis zur Trokniss abgedampft. Der Rükstand wurde dann gewogen.

8	Theile	—	essigsauren Kalk.
48	—	—	schwefelsaures Kupfer.
32	—	—	Zucker.
8	—	—	Gummi.
6	—	—	Dammerden - Extrakt.

Man sieht im Durchschnitt, dass die Pflanzen alle Substanzen, die ich ihnen gereicht, absorbirt, dass sie aber beständig das Wasser in grösserer Menge als die darinnen aufgelösten Körper eingesogen haben. Man sieht ausserdem auch, dass sie nicht beständig diejenigen Nahrungsmittel, die sich für sie am besten passten, in grösster Menge aus dem Wasser nahmen. Das schwefelsaure Kupfer, welches das schädlichste war, wurde am meisten absorbirt. Das Gummi, der essigsaure Kalk, welche der Vegetation sehr ungünstig waren, giengen nur in sehr geringer Menge in die Pflanzen über.

Ich habe diese Versuche mehreremale wiederholt, sowohl in den nemlichen, als auch in andern Proportionen, und habe beständig die nemlichen allgemeinen Resultate erhalten. Die Pflanzen absorbirten immer mehr salzsaure und schwefelsaure Alkalien, als essigsauren und salpetersauren Kalk; sie saugten beständig mehr Zucker ein, als Gummi; in einzelnen Fällen variirten indess die Resultate ein wenig; die absoluten Quantitäten der absorbirten Salze, des Gummi's, und Zuckers waren niemals bey zwey ähnlichen Versuchen einerley. Ich sah bald ein, dass diese Abweichung von dem verschiedenen Zustande der Wurzeln herrührten, die mehr aufgelöste Materie einsaugten, je weniger frisch und kraftvoll sie waren. Ich habe versucht, sie abzuschneiden, allein alsdann litten die

Pflanzen sehr schnell in allen Auflösungen, und absorbirten zwey oder dreymal mehr von der durch das Wasser aufgelösten Substanz, als in den vorhergehenden Versuchen.

Ich glaube, dass man die so sehr beträchtliche Absorption des schwefelsauren Kupfers vorzüglich der Desorganisation, die sie an den Wurzeln erregte, zuschreiben muss. Man wird aus den folgenden Resultaten in der That sehen, dass die Zumischung dieses Salzes zu einer Auflösung von essigsaurem oder salpetersaurem Kalk diese letztern in weit grösserer Quantität durch die Pflanzen dringen macht, als wenn sie allein oder mit einem Salze gemischt gewesen wären, das der Vegetation weniger nachtheilig als das schwefelsaure Kupfer ist.

§. 3.

Absorbiren die Pflanzen in einer Flüssigkeit, die mehrere Substanzen aufgelöst enthält, einige derselben vorzüglicher als andre?

Ich habe bis jetzt einer Pflanze in einer Auflösung nur ein einziges Salz dargereicht; ich will ihr jetzt mehrere geben, und sehen, ob sie daraus besondere Abscheidungen machen wird.

Ich liess vierzig Kubikzoll (793 *centimètres cubes*) Wasser zwey oder drey verschiedene Salze, von denen jedes zwölf Gran (oder 637 *milligrammes*) wog, auflösen. Ich setze diese zwölf Gran immer gleich hundert Theilen. Ich analysirte bey diesen Versuchen, so wie bey den vorhergehenden, den Rükstand der

Auflösung, sobald sie durch das Einsaugen, genau auf die Hälfte ihres Volumens zurükgebracht war: die Quantität des in dem Rükstande übrig gebliebenen Salzes, von der die die Auflösung vor dem Einbringen der Pflanzen hatte, abgezogen, zeigte mir die Menge des von ihnen absorbirten Salzes an: das Polygonum absorbirte 11,7 Theile schwefelsaures Natrum und 22 Theile salzsaures Natrum, indem es bis zur Hälfte eine Auflösung einsaugte, die hundert Theile, oder zwölf Gran (637 *milligrammes*) von jedem dieser Salze enthielt. Der Bidens absorbirte in einer ähnlichen Auflösung sieben Theile schwefelsaures und zwanzig Theile salzsaures Natrum. Man wird nach diesem Beyspiele die auf der folgenden Tafel dargestellten Resultate einsehen können.

Gewicht der im Wasser aufgelösten Substanzen, vor dem Versuche.	Gewicht der Substanzen mit welchen sich das Polygonum belud, indem es die Hälfte des Auflösungswassers eingesaugt hatte.	Gewicht der Substanzen, mit welchen sich der Bidens beladen, nachdem er die Hälfte des Auflösungswassers eingesaugt hatte.
100 Theile schwefelsaures Natrum (in Pulver zerf.) —	11,7.	7.
— — salzsaures Natrum —	22. *g*).	20.
100 Theile schwefelsaures Natrum (in Pulver zerf.) —	12. *h*).	10.
— — salzsaures Kali —	17.	17.
100 Theile essigsaurer Kalk —	8¼.	5.
— — salzsaures Kali —	33. *i*).	16.
100 Theile salpetersaurer Kalk —	4¼.	2.
— — salzsaures Ammoniak	16½.	15.
100 Theile essigsaurer Kalk —	31.	35.
— — schwefelsaures Kupfer	34.	39.
100 Theile salpetersaurer Kalk	17.	9.
— — schwefelsaures Kupfer	34.	36.
100 Theile schwefelsaures Natrum	6 *k*).	13.
— — salzsaures Natrum —	10.	16.
— — essigsaurer Kalk —	nicht schätzbare Quantität.	nicht schätzbare Menge.
100 Theile Gummi — —	26.	21.
— — Zucker — —	34. *l*).	46.

g) Ich habe den Rükstand der Auflösung durch essigsauren Baryt niedergeschlagen. Die abgeseihte Flüssigkeit wurde wieder mit salpetersaurem Silber niedergeschlagen.

h) Die Analyse wurde auf die nemliche Art vorgenommen. Man sieht, dass ich die Pflanzen Salze habe einsaugen lassen, welche sich wechselseitig zerlegen; diese Zersetzung wurde hier aber nicht zu Stande gebracht, weil die Auflösungen zu ausgebreitet (schwach) waren. Berthollet hat gezeigt, dass die Austauschung der Grundstoffe nur dann statt findet, wenn sie durch die Kristallisationskraft bestimmt wird, oder, was das nemliche sagen will, durch die Unauflöslichkeit der neuen Verbindung.

Ich habe einige dieser Versuche mit Pfeffermünze, mit der Fichte, und dem gemeinen Wachholder wiederholt, die allgemeinen Resultate waren die nemlichen, und diejenigen Salze, welche vom Polygonum und Bidens am meisten eingesaugt worden waren, wurden es auch von den andern Pflanzen. In dem absoluten Gewichte der absorbirten Salze fanden sich einige Unterschiede; sie müssen bey Gewächsen die sich nicht ähnlich sehen ohne Zweifel statt finden; allein auch Pflanzen der nemlichen Gattung bieten in dieser Rüksicht so auffallende Abweichungen dar, dass ich sie nicht mit Gewissheit der Gattung des Gewächses, welches ich untersuchte, zuschreiben konnte.

Das Abschneiden der Wurzeln, ihre Zersetzung, und im Ganzen auch die Mattigkeit und Schwäche der Vegetation begünstigen das Eindringen der im Wasser aufgelösten Substanzen in das Gewächs vorzüglich.

i) Der Rükstand der Einsaugung wurde in zwey gleiche Theile getheilt; der eine wurde durch sauerkleesaures Kali, die andere durch salpetersaures Silber niedergeschlagen.

k) Der Rükstand der Einsaugung wurde in zwey gleiche Theile getheilt; der eine wurde durch sauerkleesaures Kali, und der andere durch essigsauren Baryt niedergeschlagen. Nach der Trennung vom schwefelsauren Baryt, wurde die Flüssigkeit noch einmal durch salpetersaures Silber niedergeschlagen.

l) Ich liess den Rükstand bis zur Syrup-Konsistenz abdampfen, und that alsdann Alkohol hinzu, der den Zucker auflöste, und das Gummi niederschlug. Ein vergleichender Versuch zeigte mir, dass das niedergeschlagene Gummi ohngefähr den vierten Theil seines Gewichtes Zucker hartnäckig zurükhielt. Die Resultate, welche ich angegeben, sind nach dieser Beobachtung verbessert worden.

Ich liess Auflösungen Pflanzen einsaugen, denen ich die Wurzeln abgeschnitten hatte; sie konnten dann die oben bemerkten Abscheidungen auf keine so bestimmte Weise zu wege bringen; sie absorbirten fast ganz gleichgültig alle Salze, welche ich ihnen darreichte; sie absorbirten sie alle in beträchtlicher Menge, und fast im nemlichen Verhältnisse, wie das Auflösungswasser. Das Gummi, der essigsaure Kalk, das schwefelsaure Kupfer richteten sie nach Verlauf von sieben bis acht Stunden zu Grunde, und in andern Auflösungen konnte ich den Versuch auf keine andere Weise endigen, als wenn ich die Pflanze welche hier so bald verwelkte, verschiedenemale wieder frisch hineinbrachte.

Die mit ihren Wurzeln versehenen Pflanzen verzehren daher gewisse Substanzen vorzugsweise vor andern: sie beladen sich, zum Beyspiel, beständig mit einer grössern Menge von salzsaurem Natrum und Kali, als mit essigsaurem oder salpetersaurem Kalk; sie nehmen in einer Auflösung von Zucker und Gummi mehr Zucker als Gummi u. s. w. Alle diese Substanzen dringen nicht in das Gewächs im Verhältniss ihres Einflusses auf die Vegetation ein. Sie werden in einem weit geringern Verhältnisse als das Wasser, welches sie in Auflösung erhält, eingesaugt.

Ich werde genöthigt seyn, die Meynung anzunehmen, dass wenn eine Pflanze eine Substanz vorzugsweise vor der andern, wenn beyde in der nemlichen Flüssigkeit aufgelöst sind, einsaugt, sie diese Wirkung fast gar nicht in Rüksicht einer Art von Verwandschaft thut, sondern im Verhältniss des Grades der Flüssigkeit oder Klebrigkeit der verschiedenen

Substanzen. Man findet in der That, dass das destillirte Wasser flüssiger ist, oder leichter und schneller durch ein Filtrum dringt, als ein Wasser, welches salz- oder schwefelsaures Natrum aufgelöst enthält *m*). Man findet, dass der essigsaure und der salpetersaure Kalk mit den nemlichen Quantitäten Wasser mehr klebrige Auflösungen bilden, die weit schwerer durch ein Filtrum dringen, als die salz- und schwefelsauren Alkalien. Letztere wurden aber beständig vom Gewächse mehr absorbirt, als die ersteren. Der mehr als Zucker klebrigte Gummi, wurde auch in geringerer Quantität eingesaugt. Man muss indessen annehmen, dass die Wurzeln ausserordentlich enge Haarröhrchen, von weit grösserer Vollkommenheit sind, als die, welche wir gewöhnlich verfertigen; denn giesst man auf einen aus verschiedenen Lagen Papier gemachten Filtrirsack eine Flüssigkeit, die essigsauren Kalk und salzsaures Kali aufgelöst enthält, und unterbricht diese Filtration, sobald die Hälfte der Flüssigkeit durchgelaufen ist, so zeigt sich, dass diese Hälfte Auflösung nicht weniger essigsauren Kalk enthält, als die, welche im Filtrum zurückgeblieben

m) Damit diese Wirkungen bemerkbar werden, muss man die Auflösungen concentrirter machen, als ich bey denen gethan habe, die ich von den Pflanzen einsaugen liess. Es scheint mir wahrscheinlich, dass eine dünne salzige Auflösung nicht immer eine homogene Verbindung, sondern eher eine gesättigte oder nicht gesättigte Mischung ist. Es ist sehr bekannt, dass eine verdünnte Auflösung von salzsaurer Soda, in eine vollkommene Ruhe gebracht, am Boden des Gefässes stärker und salziger wird, als an dessen Oberfläche. (Siehe die Abhandlung des Herrn Leblanc, *sur la Crystallotechnie. Iournal de Physique an* 11.)

ist. Ein gleicher Fall findet bey einer Auflösung von Zucker und Gummi statt.

Die Wurzeln haben die Salze, die ich sie absorbiren lassen, nicht merklich zersetzt, ich habe nie gefunden, dass in dem Rükstande der Flüssigkeit ein Alkali oder eine Säure sey frei geworden.

Ich habe mich durch die Einäscherung überzeugt, dass die Salze in der That in die Substanz des Gewächses eingedrungen waren. Ich liess Pflanzen von Polygonum, mit ihren Wurzeln versehen, die grün 3262 Gran (oder 173,13 *grammes*) wogen, in destillirtem Wasser vegetiren. Andere Polygonumpflanzen, von genau dem nemlichen Gewichte, mussten mir mit ein und achtzig Kubikzoll (1,58 *litres*) Wasser, die sechs und funfzig und ein halb Gran (3 *grammes*) salzsaure Pottasche enthielten, ebenfalls vegetiren. In dem Verhältnisse, wie die Pflanzen die Auflösung erschöpften, unterstützte ich sie durch destillirtes Wasser: sie kamen eben so gut, wie im destillirten Wasser fort. Nach Verlauf von drey Wochen endigte ich den Versuch, und fand bey der Analyse des Rükstandes der Einsaugung, dass die Pflanzen dreyssig Gran (1,59 *grammes*) salzsaure Pottasche, die bis zu einer Glühhitze eingetroknet wurde, zum Verschwinden gebracht hatten.

Sie wogen zu dieser Zeit, nach ihrer Eintroknung, 750 Gran (39,8 *grammes*), und hatten durch ihre Verbrennung achtzig Gran (4,246 *grammes*) Asche hervorgebracht.

Die Pflanzen hatten daher ihre Asche mit einer Quantität vermehrt, die, weniges abgerechnet, eben

so viel betrug, als die der salzsauren Pottasche, die in der Auflösung verschwunden war. Ich analysirte diese Asche, und fand mittelst des salpetersauren Silbers alle Salzsäure wieder, welche in den zugesetzten Salzen enthalten gewesen war. Die salzsaure Potasche war nicht zersetzt worden. Die absolute Menge der freien Pottasche war in der Asche des Polygonum, welches reines Wasser eingesaugt hatte, nicht grösser als in der Asche desjenigen, welches das salzsaure Kali absorbirt hatte, der nemliche. beym Bidens wiederholte Versuch; hat mir fast ähnliche Resultate geliefert. Man sieht daraus, dass die nemlichen Vegetabilien sehr verschiedene Quantitäten von Salz enthalten können, und dass man auf die darüber gemachten Tabellen nicht zu strenge zählen muss, wenn man jeder Pflanze eine gewisse Proportion von Asche oder Salzen zutheilen will. Diese Bestimmungen können nur in so weit richtig seyn, als die Vegetabilien auf einerley Boden gewachsen sind, und zu einerley Zeit daselbst vegetirt haben.

§. 4.

Betrachtungen über die salzigen oder mineralischen Substanzen, welche in die Zusammensetzung der Gewächse mit hineingehen.

Verschiedene Schriftsteller haben angenommen, dass die mineralischen Substanzen, welche man in den Vegetabilien findet, darinne nur zufällig, und durchaus nicht zu ihrer Existenz nothwendig seyen, weil sie selbige nur in sehr geringer Menge enthalten. Diese Meinung, obgleich wahr in Bezug auf diejenigen

Substanzen, welche sich nicht immer in der nemlichen Pflanze antreffen lassen, ist indess nicht für die bewiesen, welche beständig darinne vorkommen. Ihre geringe Menge ist kein Zeichen ihrer Unnützlichkeit. Der in einem Thiere enthaltene phosphorsaure Kalk macht vielleicht nicht den fünften Theil des Gewichtes desselben aus: niemand zweifelt indessen, dass dieses Salz nicht dem Baue seiner Knochen wesentlich sey. Ich habe das nemliche Salz in den Aschen aller der Vegetabilien gefunden, wo ich es gesucht, und wir haben keinen Grund, zu behaupten, dass diese ohne dasselbe existiren könnten.

Man hat oft daraus, dass manche Salze gewissen Pflanzen nachtheilig sind geschlossen, dass alle Salze, in allen Verhältnissen der Vegetation nachtheilig seyen. Aber die Beobachtung bestätigt diese systematischen und allgemeinen Ideen nur sehr selten; sie zeigt, dass verschiedene Pflanzen ein salziges Nahrungsmittel verlangen, dass es aber in seiner Menge und seinen Grundstoffen nach der Natur des Gewächses, welches dasselbe einsaugen soll, modifizirt werden muss. Duhamel erkannte, dass die Meer- oder Seepflanzen (Strandgewächse) in einem Boden, dem salzsaure Soda fehlt, schmachteten; dieses Salz schadet aber dem Getreide in den nemlichen Verhältnissen, als es den vorhergehenden Gewächsen nützlich ist. Das *Glaskraut* (Parietaria officinalis), die *Nessel* (Urtica) und das *Boretsch* (Borago officinalis) gedeihen nur da, wo sie salpetersauren Kalk oder salpetersaures Kali antreffen. Der schwefelsaure Kalk beschleunigt die Entwickelung der *Luzerne* (Medicago sativa und falcata), des *Klee's* (Tri-

folium pratense) und der *Esparzette* (Hedysarum Onobrychis): auf mancherley andere Pflanzen äussert er keine Wirkung. Man hat geglaubt, dass die Salze die Vegetation nur darum begünstigten, weil sie die Fäulniss der abgestorbenen auf dem Boden ausgebreiteten vegetabilischen Substanzen beförderten, oder weil sie die Feuchtigkeit der Luft anzögen; allein der schwefelsaure Kalk zerfliesst nicht, und wenn er zur Beschleunigung der Fäulniss nützlich wäre, so würde sich sein heilsamer Einfluss nicht auf eine so kleine Zahl von Gewächsen beschränken. Die Landbauer wenden ihn in zu geringer Menge an, als dass er die faulende Wirkung, die man ihm zuschreibt, hervorbringen, oder die physischen Eigenheiten des Bodens umändern könnte, wenn man diesen als blossen Unterstützungspunkt und Träger der Vegetabilien betrachtet.

Thouvenel und Cornette glaubten erkennen zu müssen, dass die salzigten Auflösungen nicht in die Pflanzen hineindrängen, und dass die Salze wie adstringentia oder corrosiva wirkten, indem sie die Oeffnung der Gefässe verschlössen, und sich der Einsaugung des Wassers widersetzten. Die Beobachtung hat indessen bis jetzt bewiesen, dass die Pflanzen die Salze, welche sie in dem Boden finden, worinne sie wachsen, auch enthalten. Das Glaskraut (Parietaria), die Brennessel u. s. w. sind mit salpetersaurem Salze beladen: die Meerpflanzen sind es mit Seesalz. Bullion (in den *Mémoires d'Agriculture* 1791.) säete Körner von Sonnenblumen (Helianthus annuus) in einen sandigen Boden, der gar keinen Salpeter enthielt: die daraus hervorgekommenen Salze lieferten bey der Analyse nicht die geringste Spur von diesem

Salze. Er befeuchtete andere ähnliche Pflanzen auf demselben Boden mit einer Auflösung von salpetersaurem Kali, und sie waren damit versehen.

Obgleich die Erfahrung lehrt, dass gewisse salzige Substanzen der Vegetation einiger Pflanzen günstig sind, so lässt sie uns doch auch zu gleicher Zeit sehen, dass ihnen dieses Nahrungsmittel nur gut bekommt, wenn es ihnen in sehr geringer Quantität gereicht wird. Der schwefelsaure Kalk verdankt wahrscheinlich seinen heilsamen Einfluss auf die Entwickelung einiger Gewächse zum Theil seiner geringen Auflöslichkeit. Die Unwirksamkeit mehr auflöslicher Salze, wie z. B. des Salpeters, der kohlensauren Pottasche, und des Seesalzes, in reinem Zustande, und unmittelbar auf den Boden angewandt, ist für den grössten Theil der gebräuchlichen Gewächse bekannt. Der Nutzen der Asche, welche einige dieser Salze enthält, ist zwar nicht bestritten worden; allein hier sind die Salze mit den Erden durch eine halbe Verglasung verbunden, welche die Auflöslichkeit mindert, und macht, dass sie nicht mit einemmale, sondern langsam und in wiederholten Gaben in die Gewächse eindringen: die überflüssigen Salze häufen sich in gewissen Pflanzen auf der Oberfläche ihrer Blätter an, und bilden daselbst eine Kruste, welche jene zu Grunde richtet, weil sie ihre Ausdüstung hindert. Diess ist grösstentheils der Ursprung der weissen Krankheit, die die kürbisartigen Pflanzen *n*) und verschiedene andere Küchengewächse angreift.

n) Diese Krankheit fängt bey den Kürbispflanzen mit klebrigten Tropfen an, welche vorzüglich auf der obern Fläche

Die Vegetabilien schöpfen nicht alle ihre mineralischen Substanzen aus salzigen Auflösungen, die denen ähnlich wären, welche man künstlich bilden kann, wenn man zum Beyspiel salzsauren Kalk, Eisen, oder Braunstein in reinem Wasser auflöst, sondern sie saugen sie grösstentheils in Verbindungen ein, welche wir noch nicht im Stande sind, zusammenzusetzen; solche nemlich, wobey sich die Elemente dieser Salze chemisch mit dem Sauerstoff, Wasserstoff, Stikstoff und Kohlenstoff im Extrakte der Dammerde verbunden finden, und wo sie nur durch deren Einäscherung können gezeigt werden.

der Blätter in der Nachbarschaft des Blattstiels erscheinen. Die Tropfen troknen, und bilden weisse, vorstehende und pulverigte Flecken, die sich allmählig ausbreiten und bis an den Rand des Blattes vervielfältigen. Ich habe dieses Incrustat abgelöst; es war nur zum Theil im Wasser und im Alkohol auflöslich. Die bis zur Trokniss abgedampften Auflösungen zeigten ein zerfliessendes Salz, welches alle Eigenschaften des salzsauren, mit einer nicht mehr schätzbaren Quantität Magnesia verbundenen Kalks hatte. Es wurde durch salpetersaures Silber, durch sauerklee- oder sauerkleesaures Kali und durch kohlensaure Alkalien häufig niedergeschlagen, keineswegs aber mit Barytwasser, und blieb im Feuer unveränderlich. Der salzige und erdige Theil des Incrustates bildete ohngefähr den dritten Theil seines Gewichts; er war in eine vegetabilische, weisse, im Wasser und Weingeist unauflösliche Substanz eingewickelt, die in genugsamer Menge vorhanden war, um zu verhindern, dass das Incrustat selbst keine merkliche Feuchtigkeit anzog. Diese Krankheit befällt vorzüglich die alten Pflanzen, welche auf einem sehr mit thierischem Dünger beladenen Boden und unter Mistbeeten wachsen, wo die Blätter durch die Regentropfen nicht abgewaschen werden können.

§. 5.

Anwendung der vorstehenden Beobachtungen auf die Untersuchung der Quantität der Nahrungsmittel, welche die blosse Substanz der Dammerde den Wurzeln der Gewächse liefert.

Wir sind zu weit von der Erkenntniss aller Wirkungen der Pflanze auf die Dammerde, und der Dammerde auf das Gewächs entfernt, als dass wir alle Elemente, die dieses daraus schöpft, berechnen und abwägen könnten. Beym Studium der Natur kann man nicht besser thun, als die Maxime des berühmten Hauy zu befolgen: *die Dinge sind an sich selbst für das zu halten, wie sie sich unsern Beobachtungen darbieten* o). Wenn wir diess daher auf die Beobachtungen, welche entweder in diesem Capitel, oder in den vorhergehenden angestellt worden sind, anwenden, so finden wir, dass das Extrakt der Dammerde, das kohlensaure Gas, das Sauerstoffgas, und alle im Wasser auflöslichen Stoffe, welche vom Boden in eine grüne Pflanze durch deren Wurzeln dringen, bey weitem nicht hinlänglich sind, um den grössten Theil des Gewichtes dieses Gewächses im troknen Zustande betrachtet, zu bilden p).

o) Traité de Mineralogie Vol. I. p. 7.

p) Ich hätte mich auf den Versuch von Vanhelmont beziehen können, welcher, nachdem er eine Weide fünf Jahre lang in zweyhundert Pfund Dammerde wachsen lassen, fand, dass diese Weide im grünen Zustande ein Gewicht von 164 Pfund erlangt hatte, und dass die vor und nach dem Versuche im Backofen getroknete Dammerde nicht mehr als zwey Unzen von ihrem Gewichte verloren

Man hat im zweyten Paragraphen des fünften Capitels gesehen, dass das Regenwasser, nachdem es sich mehrere Tage lang auf dem wohl gedüngten Boden eines Gartens aufgehalten, einen Aufguss daselbst bildete, welcher einen Theil troknes Extrakt auf tausend Theile Wasser enthielt. Man sah, dass ein Gewächs, welches von diesem Aufgusse einsaugen würde, nicht mehr als den vierten Theil des festen Extraktes, was er enthielt, aufnehmen könnte. Wäre nun das Dammerdenextrakt die einzige Nahrung der Pflanze, so würde das Gewächs sein Gewicht nur um ein Viertelpfund, im troknen Zustande betrachtet, vermehren, wenn es tausend Pfund Aufguss absorbirte. Eine einjährige Pflanze, wie zum Beyspiel eine Sonnenblume, welche in diesem Garten wuchs, konnte von ihrer Keimung an in einer Zeit von vier Monaten, ein Gewicht von acht Pfund (4 *kilogrammes*) im grünen Zustande, oder von einem Pfunde ($\frac{1}{2}$ *kilogramme*) im troknen Zustande erlangen q). Nimmt man nach

hatte. Kirwan hat gegen diesen Erfolg aber sehr gegründete Einwendungen gemacht. Er bemerkt 1. dass die Dammerde in einem porösen und nicht gefirnissten Erdgefässe war, welches sich auch noch ausserdem selbst in vegetabilischer Erde eingegraben befand, und dass letztere der Pflanze Extraktivsäfte mitgetheilt; 2. fand er, dass das Troknen im Backofen vor und nach dem Versuche nicht einerley seyn konnte; 3 dass die Weide in der Düngererde Wurzelfasern zurükgelassen, deren Gewicht nicht geschätzt werden kann, und 4. dass das Regenwasser, welches zum Anfeuchten gedient, durch seine Unreinigkeiten zur Nahrung der Pflanze habe beytragen müssen. (*Mémoire sur les Engrais, par Kirwan.*)

q) Hales sagt, dass eine Sonnenblume in voller Vegetation durchs Troknen nur den vierten Theil ihres Gewichts ver-

Hales Versuchen an, dass die Quantität des binnen vier und zwanzig Stunden eingeathmeten und ausgedunsteten Wassers der Hälfte des Gewichtes dieser Sonnenblume, wenn sie nicht getroknet ist, gleich kommt, so habe ich gefunden, indem ich sie in den verschiedenen Zeitpunkten ihres Wachsthumes wog, dass sie innerhalb vier Monaten nicht mehr als zwey hundert Pfund (100 *kilogrammes*) Wasser oder Aufguss eingesogen oder ausgedunstet haben konnte. Die in diesen zwey hundert Pfunden enthaltene Quantität von trockenem Extrakte, kommt einem fünftel Pfund (oder 100 *grammes*) gleich; die Pflanze hat aber davon nur den vierten Theil (25 *grammes*) genommen; allein man muss hier das in den zwey hundert Pfund Aufguss enthaltene kohlensaure Gas mit dazu rechnen. Ich schätze das Gewicht dieser Kohlensäure, nach den in dem zweyten Paragraphen des fünften Capitels erzählten Versuchen, auf siebenzig Gran (3,7 *grammes*): sie hat der Sonnenblume nur die Hälfte ihres Gewichtes assimilirt, da jene, beym Zersetzen derselben, einen Theil von ihren Grundbestandtheilen wieder ausgehaucht hat. Diese Pflanze hat demnach in der Dammerde nach Abzug des Wassers, eine Quantität von vegetabilischer Substanz gleich 25 + 1,85 Grammen geschöpft, welche nur ohngefähr den zwanzigsten Theil des Gewichts ausmachen, das die Sonnenblume, im troknen Zustande betrachtet, der direkten Beobachtung zufolge erlangt hatte. Diese Rechnung die ich hier gegeben, ist ohne Zweifel weit davon entfernt, streng richtig zu seyn; allein, wenn ich annehme,

liert. Dieses Resultat ist gewiss nicht genau, so wenig, wie die Folgen, die der Verfasser daraus abgeleitet hat.

dass die Menge der Nahrungsmittel, welche die Pflanze im Boden durch ihre Wurzeln schöpft, in meinen Gedanken zwey oder dreymal grösser, oder auch zwey bis dreymal geringer sey, so würden die allgemeinen und wesentlichen Resultate, die ich vor Augen habe, doch um nichts weniger die nemlichen bleiben. Sie würden gleichfalls beweisen, dass das Extrakt der Dammerde, dass die Gase, und alle im Wasser auflöslichen Grundstoffe, welche aus dem Boden kommen, und in die Wurzeln einer grünen Pflanze dringen, doch nicht, abgesehen vom Wasser, den grösseren Theil vom Gewichte des Gewächses im troknen Zustande betrachtet, ausmachen. Man wird indessen immer finden, dass sie merklich hier hineindringen, und dass sie trotz ihrer geringen Menge, wie die Nahrungsmittel, einen mächtigen Einfluss auf ihr Wachsthum haben. Man wird einsehen, dass das Wasser, welches das Gewächs sowohl im Boden, als in der Atmosphäre schöpft und verdichtet, dem Gewichte nach den grössten Theil der troknen Substanz der Pflanze ausmacht; dass ihm der Kohlenstoff in Gasform durch die Atmosphäre in grösserer Menge, als aus jeder andern Quelle mitgetheit wird; allein, dass der Stikstoff, die Salze und die Erden, welche die am wenigsten häufigen Elemente in der Pflanze sind, 1, aus den salzigen und Extraktivauflösungen, die von den Wurzeln aus der Dammerde geschöpft werden; und 2, aus den vegetabilischen und thierischen Stoffen kommen, die sich in der Atmosphäre in einem Zustande von Suspension befinden, und sich auf das Gewächs absetzen.

Kürzliche Wiederholung.

1. Die Wurzeln der Pflanzen absorbiren die Salze und Extrakte, allein in geringeren Verhältnissen als das Wasser, welches diese Salze und Extrakte aufgelöst enthält.

2. Das Durchschneiden der Wurzeln, ihre Zersetzung, und im allgemeinen die Mattigkeit der Vegetation, begünstigen das Eindringen der Salze und der Extrakte in den Pflanzen.

3. Ein Gewächs saugt nicht in gleichem Verhältniss alle in der nemlichen Auflösung zugleich enthaltenen Substanzen ein; es macht besondere Abscheidungen; es absorbirt im Durchschnitt genommen diejenigen Substanzen in grösserer Menge, deren Auflösungen, einzeln betrachtet, weniger klebrig sind.

4. Vergleicht man das Gewicht des Extraktes, welches der fruchtbarste Boden liefern kann, zum Gewicht der getrokneten Pflanze, die sich entwickelt hat, so findet man, dass sie darinn nur eine sehr geringe Menge ihrer eigenen Substanz hat herausholen können.

Neuntes Capitel.

Beobachtungen über die Asche der Gewächse.

§. 1.

Bemerkungen verschiedener Schriftsteller über die Mengen von Asche, welche die Vegetabilien liefern.

Die Erfahrung hat uns seit langer Zeit einsehen gelehrt, dass Gewächse von gleichem Gewicht in der Menge von Asche, die sie hervorbringen können, nach ihrer Gattung (species) verschieden sind. Man ist indess nicht bis zu der allgemeinen Quelle dieser Erscheinung zurükgegangen. Man hat den Ursprung dieser Asche, und die Ursache ihrer Verschiedenheiten nicht untersucht. Ehe ich von meinen Beobachtungen rede, will ich mit wenigen Worten die, welche schon bekannt sind, in das Gedächtniss der Leser zurükrufen.

Die *Commissaires inspecteurs* über die Salpeterfabrik von Frankreich, und die Herrn Kirwan und Rückert a) haben gefunden, dass die krautartigen

a) *Mémoire sur les Engrais* (über den Dünger) von Kirwan Société royale d'Irlande Vol. V. p. 129.; und Rückert's Feldbau.

Pflanzen bey gleichem Gewichte nach ihrer Eintroknung mehr Asche liefern, als die holzigen Gewächse. Dieses Resultat ist von allen denen, welche sich mit den Produkten der Einäscherung beschäftigt haben, bestätigt worden. Pertuis hat eine schöne Anwendung dieses Grundsatzes gemacht, indem er anzeigte, dass der Stamm der Bäume weniger Asche hervorbringt als die Aeste und Zweige, und diese wiederum weniger, als die Blätter (*Annales de Chimie Tome XIX*). Diess ist aber auch alles, woran man sich bey diesem Verfasser, seine Resultate betreffend, halten muss, denn seine andern Behauptungen:

1. dass die troknen verbrannten Pflanzen weniger Asche hervorbringen, als wenn sie grün verbrannt werden;

2. dass verfaultes Holz weniger Asche giebt, als als gesundes;

3. dass die in ihrer Reife verbrannten Pflanzen mehr Asche liefern, als vor oder nach derselben; und

4. dass die Gewächse im Ganzen genommen um so mehr im Wasser auflösliche Salze liefern, als sie mehr Asche enthalten,

scheinen mir einige Einschränkungen erleiden zu müssen. Es ist zu bedauern, dass man in den sechzig von Herrn Pertuis vorgenommenen Einäscherungen nur viere findet, welche mit trockenen Pflanzen ohne Beymischung unbekannter angestellt wären. Die Ungewissheit, in welcher uns unvollkommene Eintroknungen lassen, die noch überdiess durch die unbestimmten, ein halb, ein viertel, drey viertel angegeben werden, schränken die Folgerungen, die man aus dergleichen

Versuchen hätte ziehen können, sehr ein, zumal wenn, wie nach diesen Resultaten zu vermuthen ist, die Gewächse nicht vor dem Regen geschützt geblieben sind, nachdem sie abgeschnitten worden. Trotz solchen leichten Ungenauigkeiten, die bey einer lang fortgesetzten Arbeit dieser Art nicht zu vermeiden sind, kann man den Nutzen der Untersuchungen dieses Verfassers nicht verkennen, welcher keine physiologischen Beobachtungen vor Augen hatte, sondern dessen Zweck war, alkalische Salze im Grossen auszuziehen.

§. 2.

Grundsatz, nach welchem die Aschen in Rücksicht der Menge in den holzigen und den krautartigen Pflanzen verschieden sind.

Bey einem so neuen und so verwickelten Gegenstande, als der ist, mit welchem ich mich gegenwärtig beschäftige, werden die Erklärungen ohne Zweifel oft gewagt erscheinen; allein ich habe Ursache zu glauben, dass es die Beobachtungen, die ihnen zum Grunde gelegt worden, nicht sind, zum wenigsten nicht in Betreff der Gattungen, welche ich untersucht habe: denn wenn gleich meine Einäscherungen zahlreich sind, so sind sie es doch nicht immer genugsam, um uns zu allgemeinen Schlüssen zu erheben.

Ich werde die Gewächse nur unter einerley Gewicht, und im trockenen Zustande betrachten: das Vegetationswasser variirt so sehr nach der besondern Constitution jedes Individuums der nemlichen Gattung, nach dem Alter der Pflanze und nach dem Klima,

dass es sehr gut ist, dieser Quelle des Irrthums vor allen Dingen auszuweichen.

Die Untersuchungen der Schriftsteller, die ich im vorhergehen Paragraphen zitirt habe, mit den meinigen (so wie man es in den am Ende dieses Capitels angehängten Einäscherungstabellen sehen kann) dazu genommen, stimmen darinn überein, dass die holzigen Pflanzen weniger Asche enthalten, als die krautartigen. Wenn, wie wir solches im achten Capitel gesehen haben, die Gewächse erdige und salzige Substanzen nur im flüssigen Zustande in ihr Inneres hinein lassen, so müssen sie um so mehr Asche enthalten, je stärker der Einsaugungs- oder Ausdünstungsprozess bey ihnen von statten geht; denn beyde Funktionen sind einander immer untergeordnet. HALES b) und BONNET c) haben gezeigt, dass die krautartigen Pflanzen mehr Wasser ausdunsten, als die holzigen; letztere müssen daher weniger Asche enthalten.

Die Blätter der immergrünen Bäume dünsten nach der Beobachtung von HALES, weniger aus, als die derjenigen Bäume, welche sich im Winter entlauben. Letztere sind aus dieser Ursache mehr mit Asche versehen. Man vergleiche die am Ende dieses Capitels angehängten Einäscherungen der im troknen Zustande verbrannten Pflanzen Nr. 1, 2, 16, 31, mit den Einäscherungen Nr. 67, 71, 74.

Die Blätter immergrüner Bäume dunsten, es ist wahr, das ganze Jahr hindurch aus; aber im Winter

b) Statik der Gewächse p. 3. und 43.

c) *Recherches sur l'usage des feuilles p. 77. édit. in 8°.*

ist diess sehr gering, oder fast gar nicht, und es ist wahrscheinlich, dass sie in dieser Jahrszeit durch das Abwaschen des Regenwassers eben so viel Asche verlieren, als sie bekommen.

Befindet sich eine salzige Auflösung in einem Gefässe, welches dieselbe durch seine Poren hindurch verdunsten lässt, so legt sich das Salz auf den Stellen in grösserer Menge an, wo die Ausdünstung am häufigsten von statten gegangen ist. Die Beschaffenheit und Lage der Asche im Gewächse ist im allgemeinen diesem Grundsatze gleich. Da die Ausdünstung durch den Stengel geringer vor sich geht als durch die Blätter, so sind auch letztere mehr mit Asche übersetzt. Man vergleiche die Einäscherungen 29 mit der folgenden, und 67 mit 69, oder 71 und 72 ebenfalls mit den nächsten.

Die Blätter dunsten nach Hales stärker aus, als die Früchte. Letztere geben weit weniger Asche. Man vergleiche bey den Einäscherungen Nr. 30 oder 31 oder 32 mit 34, und 51, 52, 53, mit Nr. 54, wie auch 57, 58, 59 mit Nr. 61.

Die Rinde ist der unmittelbare Sitz der Ausdünstung des Stammes, und sie enthält weit mehr Asche, als die inneren Theile. Man vergleiche die Einäscherungen Nr. 5 und 6 mit 7: man sehe Nr. 14 und 15, Nr. 20 und 21, Nr. 22, 23, und 24, und Nr. 26, 27, und 28.

Die Asche nimmt in den Blättern der Bäume zu, oder steigt, vom Augenblicke an, wo sie sich aus der Knospe entfalten, bis zu dem wo sie gelb werden, und abfallen. Man sehe Nr. 1 und 2, Nr. 12 und 13,

Nr. 16, 18 und 19, und Nr. 30, 31 und 32. Die Pflanzen müssen in allen Theilen Asche anhäufen, welche in ihrer Form und Vegetativkraft keine Veränderung erleiden. Ich habe in allen diesen Zeiträumen, vollkommen grüne und gesunde Blätter ausgesucht; indess habe ich Sorge getragen im Sommer und im Herbste nur die einzusammeln, welche mir die ältesten schienen.

Die Resultate, auf welche ich hier aufmerksam gemacht habe, können nicht ferner auf Sommergewächse, die in ihrer ganzen Grösse eingesammelt und verbrannt worden, die abgestorbenen Theile, die sie etwa haben mochten, mit eingerechnet, angewandt werden. Die Asche dieser Gewächse vermindert sich in dem Maasse, wie ihre Vegetation vorwärts schreitet. Man sehe auf der Einäscherungstafel Nr. 35 und 36, Nr. 37, 38 und 39, Nr. 43, 44, und 45, Nr. 46, 47, und 48, Nr. 51, 52 und 53, und die Nr. 57, 58 und 59. Die Ursache dieser Verschiedenheiten kommt daher, dass die einjährigen Pflanzen in dem Verhältniss, wie sie altern oder neue Organe hervortreiben, die untern Blätter, welche die ältesten, und folglich am meisten mit Asche beladen sind, verlieren. Fallen diese Blätter auch nicht ab, so schmachten sie doch, oder troknen, und verlieren in diesen Zustande des zu Grunde gehens ihre im Regenwasser, im Thau, und selbst in ihrer Ausdünstungsfeuchtigkeit auflöslichen Stoffe.

Es ist wahrscheinlich, dass wenn man das Verhältniss der Asche in einem einzigen Blatte einer Sommerpflanze, ehe sich dieser Theil änderte, verfolgen könnte, man finden würde, dass sich diese Asche

eben so vermehrt, wie man es bey den Blättern der Bäume, die ich angeführt habe, sieht.

Betrachtet man die Sommergewächse in ihrem grünen Zustande, so zeigt sich, dass die Asche in ihnen nach Maassgabe ihres Alters zunimmt. Man sehe Nr. 37 und 38, Nr. 47 und 48. Diess ist indess eine durch das Vegetationswasser hervorgebrachte Täuschung. Der Verlust dieses Wassers, welcher um so grösser ist, als die Vegetation sich weiter vorgerükt zeigt, scheint das Verhältniss der Asche im Gewächse zu vermehren, indem es dasselbe dem troknen Zustande näher bringt.

Die Asche häuft sich nicht ohne Grenze in dem Stamme der Bäume an. Der Splint enthält mehr davon, als das Holz. Man sehe auf der Tafel der Einäscherungen Nr. 5 und 6, Nr. 22 und 23, und Nr. 26 und 27. Wenn sich die Splintlagen verhärten, und in den Holzzustand übergehen, so treten sie den aufsteigenden Säften die Asche ab, welche sie während ihres Wachsthumes angehäuft hatten.

Ich nahm frische Blätter von einem Haselnussstrauche, troknete einen Theil davon, und wusch den andern mit mehreremale frisch genommenem kalten destillirten Wasser. Letztere wurden hierauf gleichfalls getroknet: hundert Theile dem Gewichte nach, gewaschener Blätter lieferten weniger Asche, als hundert Theile nicht ausgewaschener. Dieses Resultat kann der vorstehenden Erklärung zum Theil mit zur Unterstützung dienen.

Ein verfaultes Gewächs liefert bey gleichem Gewichte mehr Asche, als das nemliche Gewächs, wenn

es nicht gefault ist Hundert Theile, dem Gewichte nach, faules Holz, lieferten mir mehr Asche, als hundert Theile gesunden Holzes. Dieser Erfolg erfodert aber in mehreren Fällen, dass das Vegetabil während seiner Verfaulung nicht durch ein fliessendes Wasser ausgewaschen worden sey.

§. 3.

Allgemeine Zusammensetzung der Asche. Einfluss des Bodens.

Die alkalischen Salze der Pottasche oder der Soda, die phosphorsaure Kalk - oder Bittererde, der freie oder kohlengesäuerte Kalk, der Kiesel, und die Eisen- und Braunsteinoxyde, bilden, vereinigt oder getrennt, die hervorstechendsten Bestandtheile der Asche, und die einzigen, mit welchen ich mich hier befassen werde; sie enthält deren wohl noch manche andere, welche wegen ihrer geringen Quantität, meistentheils unsern Beobachtungen entgehen. Die Asche befasst vielleicht alle bekannte Substanzen in sich, welche nicht fähig sind, durch die Wirkung des zu ihrer Verbrennung angewandten Feuers verflüchtigt zu werden. Denn es ist möglich, dass unsere Atmosphäre alle Elemente aufgehoben enthalte, und dass eine tiefere Analyse die Spuren derselben auf jeder Art Boden zu erkennen gebe.

Die Analyse beweist, dass alle vorwaltenden Bestandtheile der Asche in der Dammerde enthalten sind, und dass deren auflöslicher Theil, welcher allein in das Gewächs dringt, diese Stoffe in einem grösseren Verhältnisse enthält, als der unauflösliche. (Man sehe

die Tafel der Analysen Nr. 10 und 11, Nr. 76 und 77, Nr. 78 und 79.) Ihr Vorhandenseyn in der Pflanze hat daher nichts aussernatürliches, und im Gegentheile würde eher ihre Abwesenheit Verwunderung erregen müssen.

Die Natur des Bodens hat, bey übrigens ganz gleichen Umständen, einen merklichen Einfluss, um bey dem grössten Theile der Gewächse die Mengen der Asche verschieden ausfallen zu lassen. Ich habe im achten Capitel die weitere Auseinandersetzung eines Versuches gegeben, wo ich Polygonum Persicaria mit einer salzigen Auflösung, und andere ähnliche Pflanzen mit destillirtem Wasser vegetiren liess. Die erstern lieferten, bey gleichem Gewichte, fast zweymal so viel Asche als die letzteren. Ich liess Bufbohnen Saamen sich auf dreyerley Art entwickeln. Die erstern wurden, vor dem Regen geschützt, in destillirtem Wasser ernährt. Hundert trokne Theile der Pflanzen, welche diese Saamen hervorgebracht hatten, enthielten zur Zeit ihrer Blüthe 3,9 Theile Asche. Andere ähnliche Saamen wurden in Glaskapseln voll Kiessand gestekt, und auf die Erde unter freien Himmel gebracht; sie wurden theils natürlich theils künstlich mit Regenwasser angefeuchtet. Hundert getroknete Theile dieser blühenden Pflanzen lieferten sieben und einen halben Theil Asche. Endlich lieferten Bufbohnen-Pflanzen in voller Blüthe, die in gemeiner Erde, in einem Gemüsegarten gewachsen waren, zwölf Theile Asche.

Das Verhältniss der Bestandtheile der Asche steht fast immer mit dem der Bestandtheile, welche der

Boden liefert, gleich. Die Pflanzen, welche auf einer Dammerde vegetiren, die auf einem kieseligten Gebirge steht, liefern bey übrigens völlig gleichen Umständen eine Asche, welche weniger Kalk und mehr Kieselerde enthält, als die, welche auf einem Kalk-Dammerden-Boden gewachsen sind. (Siehe auf der Tafel der Analysen die Nr. 67 und 68, Nr. 71 und 72, und Nr. 74 und 75. Der Boden des Breven oder des Granitgebirges, auf welchem ich die kieselhaltigen Einsammlungen angestellt habe, war weit mehr mit Eisenoxyd beladen, als der des Kalkgebirges.

Die nemliche Verschiedenheit liess sich bey den Aschen wahrnehmen. Alle Pflanzen wurden in der nemlichen Jahreszeit gesammelt, und dennoch war die Vegetation auf dem Kieselboden etwas weiter zurük, und dieser Umstand trug dazu bey, wie ich solches in der Folge zeigen werde, das Verhältniss der Kieselerde und des Eisenoxydes in der Asche der Pflanzen, welche auf diesem Boden wuchsen, zu vermindern.

Die Unterschiede zwischen den Produkten des Kalkbodens und des Kieselbodens sind blos in so fern bemerklich, als die Extraktivstoffe, welche die Gewächse ernähren, verschiedene Quantitäten von Kiesel und Kalk enthalten. Die Pflanzen, welche auf Kalksand und Granitsand, durch den nemlichen Dünger oder Dammerde verbessert wüchsen, würden ähnliche Aschen enthalten; man kann diess aus dem Versuch des Herrn Lampadius, der sich im *Iournal des Mines Nr.* 65. befindet, beurtheilen. Dieser Schriftsteller liess in einem Garten fünf Abtheilungen machen, deren

jede vier Fuss Oberfläche und einen Fuss Tiefe hatte: sie waren durch Breter getrennt. Jedes Beet wurde mit einer reinen Erde und acht Pfund Kuhmist gedüngt. Diese Erden waren Thonerde, Kieselerde, Kalkerde, Bittererde, und Dammerde aus einem Garten. Man säete hier hinein Roggen, und fand, dass dessen Asche die nemlichen Bestandtheile, wie die verschiedenen Erdarten, enthielten. Der Verfasser schloss daraus, dass sich der Kiesel bey der Vegetation bilde, und mit dem Boden der Pflanze, worauf sie wächst, in keiner Verbindung oder Beziehung stehe. Allein, da Herr Lampadius die Asche des Kuhmistes, welcher das Korn allein ernährte, nicht analysirt hat, so kann man diesen Schluss nicht gelten lassen. Das einzige zuverlässige Resultat, wozu dieser eben erzählte Versuch führt, ist, dass die Erden nicht in die Gewächse dringen, wenn sie sich nicht im aufgelösten oder flüssigen Zustande befinden. Uebrigens werde ich in der Folge zeigen, dass die freie Atmosphäre eine kleine Quantität Asche in die Gewächse einführt.

Ich werde für jetzt untersuchen, warum Pflanzen von verschiedener Gattung (*Species*), welche auf einerley Boden wachsen, nicht alle Bestandtheile ihrer Asche in dem nemlichen Verhältnisse enthalten, und warum diese Aschen noch in den verschiedenen Theilen des Gewächses selbst verschieden sind. Die Erklärungen, welche ich in dieser Rüksicht geben kann, sind oft noch weit davon entfernt, gänzliche Befriedigung oder Genugthuung zu verschaffen: sie beziehen sich oft auf eine Kenntniss, welche ich nicht besitze; nemlich die der vegetabilischen Organisation. Allein sie sind weniger absurd, als die, welche den Gewächsen eine

erzeugende Kraft aller Bestandtheile zuschreiben *); und wenn meine Betrachtungen irrig sind, so hoffe ich wenigstens die Aufmerksamkeit auf neue Beobachtungen zu leiten. Ich werde bey der Asche ihre vorzüglichsten Elemente abgesondert untersuchen.

§. 4.

Von den alkalischen Salzen in der Asche.

Erste Beobachtung.

Die alkalischen Salze d) bilden ohne Vergleich den häufigsten Grundbestandtheil einer grünen kraut-

*) *Ich habe mich schon gleich zu Anfange (S. 7.) einmal erklärt, dass sich unser Verfasser solche Aeusserungen nicht würde erlaubt haben, wenn seine physiologischen Begriffe den unsrigen ähnlicher gewesen wären. Ich habe im Laufe des Textes aber nie seine Erklärungen durch meine Zusätze unterbrechen wollen, und erlaubte mir blos hin und wieder eine allgemeine Bemerkung, um den Leser wenigstens aufmerksam zu machen, und gleichsam an sich selbst zu erinnern. Da diess gerade einer von den wenigen Punkten ist, wo ich mit dem Verfasser nicht einerley Meinung seyn, und seiner ziemlich mechanischen Erklärungsart nicht beypflichten kann, so war es um so mehr meine Pflicht, mich am Ende des Werks ausführlicher zu erklären.*

A. d. Ueb.

d) Ich erkläre mich hier für die älteste Annahme, welche die Benennung alkalischer Salze nur denen giebt, bey welchen das Kali, das Natrum, oder das Ammoniak den einen Bestandtheil ausmachen; man muss daraus blos dieses letztere weglassen, weil es nicht in die Zusammensetzung der Asche eingehen kann.

artigen Pflanze, bey der sich alle Theile im Zustande des Wachsthumes befinden. Ich war ziemlich erstaunt, zu finden, dass die Aschen junger Goldruthenpflanzen Nr. 43, die auf einem nicht cultivirten Boden von schlechter Beschaffenheit gewachsen waren, ferner die Bufbohnen Nr. 37, die Sonnenblumen Nr. 46, Weitzen Nr. 51 und Mais Nr. 57 wenigstens drey Viertel ihres Gewichtes an alkalischen Salzen enthielten. Man kann fast das nemliche von der Asche derjenigen Baumblätter sagen, welche erst aus den Knospen hervorbrechen; sie enthalten wenigstens zur Hälfte alkalische Salze, und oft drey Viertel ihres Gewichtes. Ich habe von denselben die Hälfte in der Asche von Haselnussblättern und Pappelblättern, vom sechs und zwanzigsten Mai, gefunden, drey Viertel in den Eichenblättern vom zehnten Mai, vor ihrer gänzlichen Entwickelung, und alle diese Bäume wuchsen auf einem unbebauten Boden von schlechter Beschaffenheit. Diese Erscheinung kann uns aber nicht überraschen, da wir gesehen haben, dass die Asche eines Extraktes einer nicht cultivirten Dammerde wenigstens die Hälfte ihres Gewichts an alkalischen Salzen lieferte, (Siehe das fünfte Capitel, §. 3. und die Tafel der Analysen, Nr. 76 und die folgenden.) Allein, wenn auch selbst dieses Produkt im Extrakte viel geringer wäre, so könnte es dennoch in der Pflanze unendlich grösser seyn, wenn, wie man solches voraussetzen muss, die alkalischen Salze die am wenigsten gebundenen, am wenigsten klebrigen aller fixen Bestandtheile des Extraktes ausmachen. Im achten Capitel habe ich gezeigt, dass die verschiedenen Substanzen, welche in einerley Auflösung enthalten seyn könnten, nicht in dem nemlichen Verhältnisse in das

Gewächs eindringen, sondern im umgekehrten ihrer Klebrigkeit.

Zweyte Beobachtung.

Das Verhältniss der alkalischen Salze nimmt nie merklich zu, und vermindert sich sehr häufig, so wie sich die Pflanze entwickelt, und auf dem nemlichen Boden alt wird. Diese Beobachtung kann nicht allein auf Sommergewächse, sondern auch auf die Blätter der Bäume im Lauf eines Sommers angewandt werden. Eine Pflanze, welche aus der Erde, ein Blatt, welches aus seiner Knospe hervorbricht, enthalten zu dieser Zeit eine Asche, welche eben so stark, und gewöhnlich mehr mit alkalischen Salzen beladen ist, als in irgend einer andern Periode der Vegetation. Man sehe auf der Tafel der Analysen Nr. 1. und die folgenden, Nr. 12 und die folgenden, Nr. 16, 18 und die folgenden, Nr. 30 und weiter, Nr. 35 und die folgenden, Nr. 43 und die folgenden, Nr. 46 und die folgenden, 51 und die folgenden, 57 und die weitern. Dieser Abzug von alkalischen Salzen ist um so grösser, je weiter die Vegetation vorgerükt ist. Ein Gewächs, welches im Mai aus der Erde hervorgeht, verliert innerhalb des Mai's und Julius weniger Salze, als in dem Zeitraume zwischen dem Julius und September.

Wäscht man eine frische Pflanze mit Wasser, (Tafel der Analysen Nr. 16 und 17) so raubt man ihr durch diese Flüssigkeit die alkalischen Salze in grösserem Verhältniss, als alle andere Bestandtheile der Asche. Sie versieht sich in einer um so geringern Menge damit, je grösser die Kraft ist, mit welcher die Pflanze

diese zurükhält, wenn ihre Lebenskraft stärker, oder ihre Vegetation noch weniger vorgerükt ist. Das Wasser, welches um die Wurzeln herum zirkulirt, das Regenwasser, welches auf die Blätter fällt, und endlich noch das, welches sie ausdünsten, reisst die Salze mit sich fort, wie ich eben gesagt habe, und zwar in grösserem Verhältniss, als die Pflanze selbige empfängt.

Dritte Beobachtung.

Die Asche der Rinde enthält die alkalischen Salze in einem weit geringeren Verhältnisse, als die Asche des Holzes und des Splintes. Man sehe die Nr. 4, 7, Nr. 15, Nr. 21, Nr. 24, Nr. 28. Die Rinde ersetzt und erneuert sich nur sehr langsam; sie ist das ganze Jahr hindurch dem Abwaschen durch Thau und Regen ausgesetzt. Sie ist mit einer todten Substanz, der Oberhaut oder dem Korke versehen; sie muss mehr als irgend ein anderer Theil ihrer auflöslichsten Salze beraubt werden. Es scheint indessen nicht, dass dieses Resultat einzig und allein den Ursachen, die ich eben angezeigt habe, beyzumessen seyn dürfte.

Vierte Beobachtung.

Die Asche des völlig gebildeten Holzes ist fast eben so sehr mit alkalischen Salzen versehen, als die des ihm anhängenden Splintes. Man sehe auf der Tafel der Analysen die Nr. 5 und 6, Nr. 22 und 23, und Nr. 27 und 28 nach.

Diess Resultat ist sonderbar; es steht der Verminderung der Asche im Holze entgegen, so wie auch den andern Bestandtheilen der nemlichen Asche. Das

völlig gebildete Holz bey gesunden und kräftig wachsenden Bäumen, wie ich verbrannt habe, ist keinesweges eine todte Substanz; es dient zu Canälen oder zur Leitung des Saftes, und es ist wahrscheinlich, dass diese weit engere oder verdichtetere Canäle, als die des Splintes sind, nur die allerflüssigsten Säfte aufnehmen, nemlich die, welche salzigte Substanzen enthalten, und dass sie für die andern Stoffe ein unübersteigliches Hinderniss sind. Das Holz ist übrigens noch von den Einflüssen der Atmosphäre entfernt, und verliert durch dieselben fast gar nichts von den Salzen, die es enthält.

Es scheint mir, dass bey übrigens ganz gleichen Umständen die Asche des Holzes um so mehr mit salzigen Substanzen beladen seyn müsse, je härter dieses ist, weil die Canäle desselben alsdann gedrängter und enger stehen, und ihre ganze Substanz sich weniger durch das Regenwasser durchdringen lässt. Allein die Langsamkeit des Wachsthumes hartholziger Bäume führt für diesen Satz häufige Abänderungen herbey. Wenn zarte Hölzer weit schneller der Salze beraubt werden, die sie erlangen, so empfangen sie zum Ersatze auch deren weit mehr in der nemlichen Zeit, durch die Schnelligkeit ihrer Einsaugung und ihres Wachsthums.

Fünfte Beobachtung.

Die Asche der Saamen ist mehr mit alkalischen Salzen beladen, als die Asche der Pflanze, welche ihnen zur Stütze dient. Man sehe auf der Tafel der Analysen die Zahlen 29, 32, 34, 40, 41, 54, 55, 60, 61, 63 und 64. Der grösste Theil von Saamen ist in

wenig poröse Hüllen eingeschlossen, die sie vor den Einflüssen der Atmosphäre bewahren; sie dunsten wenig aus, und müssen daher ihre Salze behalten; sie sind ausserdem nur durch sehr feine und zarte Canäle an die übrige Pflanze angeheftet, welche blos die allerflüssigsten Säfte hineinlassen. Der berühmte VAUQUELIN hat eine der eben von mir angegebenen entgegengesetzte Beobachtung gemacht; er sahe (*Annales de Chimie* Tom. 29.) bey einer Vergleichung der Asche von Haferkörnern mit der Asche eines ganzen Schobers, der aus den mit ihren Saamen versehenen Pflanzen bestand, und zufällig zu Ecouen verbrannt war, dass der Saame allein durchaus keine alkalischen Salze enthielt, dass jedoch die ganze Pflanze damit versehen war. Ich will auf dieses im allgemeinen bemerken: 1. dass der Zeitpunkt der Erndte so grosse Veränderungen in der Zusammensetzung der Asche hervorbringt, dass man die verschiedenen Theile des nemlichen Gewächses nicht mehr vergleichen kann, wenn sie nicht zu gleicher Zeit und auf dem nemlichen Boden sind eingesammelt worden. 2. Dass dieser Chemiker nicht den reinen Hafersaamen verbrannt, sondern den mit seinen Spelzen versehenen, denn ich habe von nicht gereinigtem oder geschältem Hafer eben so gut wie er, 3,1 Theil Asche aus hundert Theilen erhalten; hundert Theile von ihren Kelchen oder Bälgen befreiter Haferkörner lieferten mir indess nicht mehr als 1,7 Theil Asche. Der Balg macht ohngefähr einen Drittheil des Gewichtes des nicht geschälten Saamens aus, und hundert Theile dieser Hülle enthalten ohngefähr dreymal mehr Asche, als hundert Theile der nakten Saamenkörner. Die Asche, welche VAUQUELIN untersucht hat, enthielt daher mehr als

drey Viertel ihres Gewichtes Asche, die den Spelzen angehörte.

Ich nahm eine Analyse der Asche von Haferkörnern, die mit dieser Umhüllung noch versehen waren, vor, und sie lieferten mir durch eine rein wässrigte Lauge fast gar keine alkalischen Salze; als ich aber diese Asche in Salpetersäure auflöste, als ich die Kieselerde durch das Filtrum und die phosphorsauren Erden durch Ammoniak trennte, als ich endlich den übrig bleibenden Liquor einer gradweise bis zur grössten Hitze getriebenen Abdampfung aussetzte, erhielt ich als Rükstand aus hundert Theilen Asche von Haferkörnern mit ihren Bälgen versehen, funfzehn Theile alkalischer Salze.

Die Schwierigkeit, eine hinlängliche Menge nakter Hafersaamen ohne Veränderung zu erhalten, verhinderte mich, eine genaue Analyse ihrer Asche vorzunehmen, die ich mit der ihres Strohes zu vergleichen wünschte; ich habe indess Ursache zu glauben, dass die Resultate diejenigen bestätigen würden, welche mir andere Saamen gegeben haben, und dass sie zeigen würden, dass die Asche der nakten Haferkörner mehr als die Hälfte ihres Gewichts an alkalischen Salzen enthalten. Ich habe dieser Untersuchung oder Streitfrage mehr Zeit geopfert, als sie vielleicht erfoderte. Die Resultate des Herrn Vauquelin sind ohne Zweifel vollkommen genau; allein der Zeitpunkt der Erndte, oder selbst die Aussetzung des Saamens im Regen sind hinlänglich, um den Grund der Verschiedenheit unserer Analysen abzugeben.

Auf dem nemlichen Boden enthält die Asche der Saamen beynahe eben so viel alkalische Salze, als die

Asche der Pflanze, welche zu der Zeit aus derselben hervorgeht, wo diese letztere am meisten davon geben, das heisst, in den ersten Epochen der Vegetation. Ich habe in dieser Beziehung nur sehr geringe Unterschiede erhalten, und man muss dieselben grösstentheils dem Umstande zuschreiben, dass meine Analysen mit dem ganzen Saamen vorgenommen wurden. Ihre ganze Substanz dient dem Gewächse nicht als Nahrung: der innere Theil des Kornes wird allein zu dieser Funktion angewandt. Jetzt habe ich aber gefunden, dass die Kleien oder der äussere Theil der Weitzenkörner etwas weniger alkalische Salze enthielten, als das Korn selbst, und diese Kleien waren mit einer gewissen Quantität Mehl gemischt.

Ich bin über die Vertheilung der alkalischen Salze in den Pflanzen in sehr grosse Details eingegangen, weil die Vertheilung ihrer andern festen Bestandtheile jenen fast gänzlich untergeordnet ist.

§. 5.

Von den phosphorsauren Erden in der Asche.

Die phosphorsauren Erden, nemlich die Kalk- und Talk- oder Bittererde, bilden in den Extrakten der Dammerde eine im Wasser auflösliche Verbindung, welche die Natur allein hervorzubringen weiss. Es ist uns unbekannt, ob diese Salze dem Extrakte wesentlich sind: dem sey indess wie ihm wolle, wenn ich von der Auflöslichkeit dieser phosphorsauren Salze im Wasser spreche, so verstehe ich darunter bloss die Auflöslichkeit des extraktiven Theiles, den sie enthält.

Ein gleicher Fall findet bey der Kiesel- und Kalkerde, und den metallischen Oxyden statt.

Die phosphorsauren Erden sind nach den alkalischen Salzen, das häufigste Element einer grünen krautartigen Pflanze, deren sämmtliche Theile sich im Zustande des Wachsthumes und der Vegetation befinden. Man muss vermuthen, dass sie nächst den alkalischen Salzen die feinsten und freiesten Theile ausmachen, und unter den fixen Bestandtheilen des Extraktes die am wenigsten klebrigen. Beyde Arten von Salzen folgen fast immer, die Menge ausgenommen, und aus den nemlichen Ursachen, einerley Weg in der Asche.

Wäscht man ein Gewächs mit Wasser, so werden ihm durch diese Flüssigkeit die phosphorsauren Erden geraubt, und zwar in grösserem Verhältnisse, als die übrigen Bestandtheile, wenn man die alkalischen Salze davon ausnimmt. Siehe auf der Tafel der Analysen die Nr. 16 und 17.

Das Blatt eines Baumes, wenn es aus der Knospe hervorbricht, enthält eine Asche, die mehr mit phosphorsauren Erden versehen ist, als in allen nachfolgenden Epochen seiner Vegetation. Siehe auf der Tafel der Analysen Nr. 1, 2 etc.

Das Verhältniss der phosphorsauren Erden nimmt bey der Asche der einjährigen oder Sommergewächse von dem Zeitpunkte ihres Keimens bis zu dem der Blüthe allmählig ab: Siehe Nr. 37, 38, 43, 44, 46, 47 51 und 52. Allein diese phosphorsauren Mittelsalze scheinen in dem Zeitpunkte der Saamenreife zuzunehmen, wenn sie im Ueberflusse vorhanden sind. (Siehe

die Nummern, welche auf alle die eben angezeigten folgen.) Dieser umgekehrte Weg ist eine Täuschung, die durch die Wirkung einer Veränderung der Bestandtheile hervorgebracht wurde, welche während der Einäscherung statt fand. Die Phosphate haben sich in der Pflanze vermindert, und in der Asche vermehrt.

Die Asche der Saamen ist sehr häufig mit phosphorsaurer Pottasche übersetzt, und des kohlensauren Kalks beraubt. Die Asche der Stengel und Blätter zur Zeit der Fruchtreife, enthält nur wenig oder gar keinen phosporsauren Kalk, und zum Wiederersatze gegentheils, kohlensauren Kalk: Siehe die Analysen Nr. 40, 41, 54, 55, 60, 62, 63 und 64. Vermischt sich während der Einäscherung die Asche des Stammes mit der des Stengels, so zersetzt der freie oder kohlengesäuerte Kalk die phosphorsaure Pottasche, und bildet eine phosphorsaure Erde. Sie verändert ein alkalisches Salz in ein erdiges, und lässt auf diese Art das letztere in der Asche in grösserer Menge erscheinen, als es wirklich in der Pflanze ist. Sehr auffallend ist dieses Resultat bey der Analyse der Asche von Bufbohnen, wenn diese mit reifen Saamen versehen sind, und mit den nemlichen Pflanzen ohne ihre Saamen, nebst den Saamen selbst einzeln: S. Nr. 39, 40 und 41.

Die Quantität von phosphorsaurer Erde, welche der Saame allein in grösserer Menge wie der Stengel enthält, reicht nicht hin, um die bey der Einäscherung der mit allen ihren Saamen versehenen Pflanzen erhaltene. Vermehrung der phosphorsauren Erde zu erklären, wenn man diejenige phosphorsaure Erde nicht mit dazu rechnet, welche zum Theil aus der

Zersetzung der in den nemlichen Saamen enthaltenen phosphorsauren Pottasche kommt.

Die Asche der Rinde enthält eine weit weniger grosse Proportion von phosphorsauren Erden, als die des Splintes: Siehe auf der Tafel der Analysen Nr. 6, 7, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 27 und 28. Der Grund davon ist der nemliche, der für die alkalischen Salze im vierten Paragraphen angegeben worden.

Die Asche des Splintes enthält mehr phosphorsaure Erde, als die des Holzes. Dieses Resultat ist mit der Verminderung der Asche in dieser letztern Substanz übereinstimmend (siehe die Tafel der Einäscherungen); allein sie steht mit der Gegenwart der alkalischen Salze in dem nemlichen Holze im Gegensatz. Ich habe versucht, im vierten Paragraphen eine Erklärung dieser Abweichung zu geben; übrigens betrachte ich die angezeigte Ursache nicht für völlig genugthuend und befriedigend. Es ist möglich, dass diejenigen Theile, welche aufhören zu wachsen, ihre Phosphorsäure verlieren oder zersetzen lassen, und nichts als die phosphorsaure Erde zurükhalten.

Die Entdeckung einer grossen Menge von Phosphor in den Saamen ist sehr alt; sie schreibt sich aus Pott's Zeiten her, und Margraff hat sie bestätigt e). Vauquelin erkannte, dass die Weitzen- und Haferhalme weniger Phosphate enthielten, als die Saamenkörner derselben. Diese Resultate sind durch meine Beobachtungen über mehrere sehr verschiedene andere

e) Opuscula chemica v. Margraff T. I. p. 68.

Pflanzen bestätigt worden. Dieser berühmte Chemiker hat in Verbindung mit seinem Collegen FOURCROY phosphorsaure ammoniakalische Talkerde aus einigen Saamen vor ihrer Verbrennung ausgezogen. Wahrscheinlich bildet sich die phosphorsaure Pottasche, welche mich meine Analysen in mehreren Aschen in so grosser Menge haben entdecken lassen, durch die Wirkung des Pflanzenkali's auf dieses Phosphat. Es erzeugt sich sicher auch noch durch die Wirkung der Pottasche auf die einfachen Verbindungen, nemlich den phosphorsauren Kalk und die phosphorsaure Talkerde, wie man im zwölften Paragraphen ausführlicher sehen wird.

§. 6.

Vom freien oder kohlensauren Kalk in der Asche.

Als ich (Tafel der Analysen Nr. 16 und 17.) Blätter mit Wasser wusch, war das Verhältniss des kohlensauren Kalks durch diese Operation vermehrt worden. Diese Wirkung trat nur durch die grössere Entziehung der übrigen fixen Bestandtheile ein, nemlich der alkalischen und phosphorsauren Salze. Man begreift aus dieser Ursache, warum ich bey allen meinen Analysen Nr. 1, 2, 12, 13, 14, 16, 18, 35, 36 u. s. w. gefunden habe, dass dies Verhältniss des kohlensauren Kalkes zunahm, im Verhältniss wie die Pflanze wuchs; weil sie nemlich ihre phosphorsauren und andern Salze in weit grösserem Verhältnisse als den Kalk verlor.

Man findet, wiewohl selten, Pflanzen, welche durch eine besondere Anlage während ihrer Vegetation

fast alle ihre Salze in dem nemlichen Verhältnisse enthalten; bey diesen vermehrt sich der kohlensaure Kalk nicht merklich. Ein solcher Fall findet zum Beyspiel bey den Bufbohnen statt.

Bey grünen krautartigen Pflanzen, deren sämmtliche Theile noch im Zustande des Wachsthumes begriffen sind, existirt der kohlensaure Kalk nur in sehr geringer Quantität; sie enthalten davon nicht leicht mehr als zehn bis zwölf Hunderttheile, und ich glaube, dass Asche, aus ohngefähr gleichen Theilen kohlensauren Kalks und alkalischer Salze zusammengesetzt, für eine dieser Pflanzen ein unmögliches Produkt seyn würde, zum wenigsten auf einem natürlichen Wohnplatze. Die Ursache hiervon liegt darinne, dass die alkalischen Salze, die in der grünen Pflanze existiren, grösstentheils aus phosphorsauren Alkalien zusammengesetzt sind, welche sich durch die Einäscherung in phosphorsaure Erden verwandeln.

Wir schliessen daher nicht daraus, weil gewisse Pflanzen, (wie zum Beyspiel die Gräser vor ihrer völligen Entwickelung) keinen freien oder kohlensauren Kalk durch die Einäscherung liefern, dass die Substanz, welche bey andern Gewächsen diese Erde hervorbringt, nicht auch in denen, mit welchen wir uns eben beschäftigen, vorhanden seyn sollte; es ist sehr wahrscheinlich, dass sie sich darinne findet.

Die Asche der Rinde enthält eine ungeheure Menge kohlensauren Kalk, und weit mehr als der Splint, weil sie ihrer alkalischen Salze und phosphorsauren Erden beraubt ist. Siehe Nr. 6, 7, 14, 15, 23, 24, 27 und 28.

Die Asche des völlig gebildeten Holzes enthält mehr kohlensauren Kalk als der Splint, weil sie ihrer Phosphate beraubt ist.

Die Asche des grössten Theiles der Saamen, und selbst aller derer, die ich untersucht habe, enthält keinen kohlensauren Kalk, weil sie überflüssig mit phosphorsaurer Pottasche versehen ist. Es kann sich treffen, dass durch die Gegenwart dieses Salzes, Pflanzen, die sehr viele Saamen besitzen, eine mehr mit kohlensaurem Kalk versehene Asche zur Zeit der Blüthe, als zur Zeit der Reife ihrer Früchte liefern.

Die Saamenkörner einiger *Steinsaamen*gattungen (Lithospermum L.) brausen mit Säuren leicht auf. Sie enthalten vor der Verbrennung kohlensauren Kalk und Bittererde, allein es ist möglich, dass ihre Asche im freien oder kohlengesäuerten Zustande diese Erden nicht giebt.

§. 7.

Von der Kieselerde in der Asche.

Die Kieselerde existirt niemals in grosser Quantität in der Asche, als wenn sich die Gewächse ihrer Phosphate und Salze beraubt haben. Viele alkalische Salze und viele Kieselerde sind bey der Zusammensetzung der Asche einer jungen grünen krautartigen Pflanze, deren sämmtliche Theile sich im Zustande des Wachsthums befinden, zwey unverträgliche Elemente.

Wäscht man eine frische Pflanze mit Wasser, so vermehrt sich das Verhältniss des Kiesels in der Asche derselben. Siehe die Tafel der Analysen Nr. 16 u. 17.

Die jungen Pflanzen, die Blätter, welche aus ihren Knospen hervorbrechen, enthalten eine sehr wenig mit Kieselerde beladene Asche. Allein das Verhältniss dieser Erde nimmt nach Verhältniss wie sich die Pflanze entwickelt, und sich ihrer alkalischen Salze entladet, zu. Die reinsten vegetabilischen Dammerden sind, wenn sie den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt worden, eben deswegen sehr mit dieser Erde versehen.

Das Verhältniss des Kiesels vergrössert sich nicht merklich in denjenigen Pflanzen, welche, so wie die Bufbohnen, die ganze Zeit ihrer Vegetation hindurch einerley Verhältniss von alkalischen Salzen bewahren.

Ich habe Mais- und Weitzenkörner zu einerley Zeit auf den nemlichen Boden gesetzt; als ich die Pflanzen einen Monat nach dem Keimen, oder einen Monat vor der Blüthe untersuchte, und ich, dass sich alle sichtbaren Theile des Mais in Wachsthume befanden. Ihre Asche enthielt alsdann acht Hunderttheile Kieselerde und achtzig Hunderttheile alkalischer Salze; der Weitzen hatte zu dieser Zeit aber schon seine Wurzelblätter troknen oder gelb werden lassen, obgleich sich die Pflanze übrigens im Wohlstande und gutem Gedeihen befand. ...ne Asche enthielt alsdann zwölf Hunderttheile Kies...rde, und fünf und sechzig Hunderttheile alkalisch... alze. Zur ?eit der Blüthe, oder einen Monat nac... en vorhergehenden Beobachtungen, vegetirte d... ais in allen seinen Theilen wie vormals, und liefe... derzeit eine Asche, welche acht Hunderttheile K... erde und achtzig Hunderttheile alkalischer Sal... thielt. Der Weitzen indess hatte, ob er sich gle... einem kraftvollen Zustande befand,

die Zahl seiner trockenen oder gelben Blätter vermehrt; seine Asche enthielt alsdann zwey und dreyssig Theile Kieselerde und vier und funfzig Theile alkalischer Salze. Diese Beobachtungen zeigen uns, wie durch sehr einfache, aber nach der Vegetation der einzelnen Pflanzen abgeänderte Umstände dieselben verschiedenartige Aschen enthalten müssen, wenn man dabey immer auch voraussetzt, dass die Gewächse einerley Nahrung zu sich nehmen. Es ist indess ziemlich wahrscheinlich, dass sie diess nicht auf dem nemlichen Boden ist, und dass die Wurzeln selbige gleich bey ihrem Eingange modifiziren, je nachdem die Mündung ihrer Poren mehr oder weniger weit ist.

Die meisten Gräser zeichnen sich durch ein grösseres Verhältniss von Kieselerde vor den übrigen Gewächsen aus: man kann daraus schliessen, dass diese Grasarten weit mehr aufnehmen und verlieren; man muss glauben, dass sie eine weit häufigere Nahrung geniessen, um sich davon zum Theil eben so wieder befreien. Die am meisten mit Kieselerde beladenen Pflanzen müssen auch, bey übrigens gleichen Umständen, die erschöpfendsten seyn.

Ich will gegenwärtig nicht sagen, dass sich diese Gräser durch an den Wurzeln mehr geöffnete Poren auszeichnen. Es ist im Gegentheil möglich, dass ihre Poren enger sind, weil diese Pflanzen in ihrer Kindheit weniger kohlensauren Kalk und mehr alkalische Salze als die übrigen Vegetabilien enthalten; man muss blos annehmen, dass sie eine weit grössere Saugkraft, und weit häufigere Ausscheidungen haben. Man bemerkt in der That bey vielen dieser Gewächse

eine wirklich sonderbare merkliche Ausdünstung. (*Physiologie végétale de Senebier Tom. IV. pag. 87.* *)).

Die ihrer fremdartigen Hüllen beraubten Saamen enthalten weniger Kieselerde als der mit Blättern versehene Stengel, der ihnen zur Stütze dient.

Ich mache jedoch keinen Anspruch darauf, hier alles erklären zu können. Es giebt bey der Vertheilung der Kieselerde in den Bäumen Fälle, deren Ursachen ich nicht einsehe. Der Stamm der Bäume, ihre Rinde, ihr Splint, ihr völlig gebildetes Holz enthalten

*) SENEBIER *sagt hier folgendes:*
Als ich vom Thau redete, sagte ich, dass man ihn auf den Blättern von einer eigenen Excretion unterscheiden müsse, welche von verschiedenen Botanisten, HEDWIG, GUETTARD *und* BENEDIKT PREVOST *beobachtet worden ist; letzterer hat sie vorzüglich sorgfältig studirt, und ihre Stelle anfangs bis an die Spitze der Blätter der Gräser verfolgt, wo sie einen ansehnlichen Tropfen bildet; er sahe sie gleichfalls an den Spitzen der Zähne bey verschiedenen Pflanzengattungen, wo man kleine, sehr wohl unterschiedene Wassertropfen in einer nach der Gattung bestimmten Reihe geordnet stehen sieht. Im Allgemeinen bemerkte er, dass nur ein einziges, kugelförmiges Tröpfchen am Ende stand, wenn das Blatt glatt und mit einer scharfen Spitze versehen war, etwas ähnliches fand sich aber auch an eiförmigen, länglichten und lanzettförmigen Blättern, woselbst sich jedoch diese Tropfen nur bey den jüngsten Blättern bemerken lassen. Schnitt er die Grasblätter von einander, so fand er die Tropfen auf dem Querschnitte, wenn sie an der Spitze der ganzen Blätter zu sehen waren; er sahe sie oft auf den Blättern, während der übrige Theil ihrer Oberfläche völlig trocken war. Sie zeigten sich nicht mehr, wenn dieser Beobachter die Pflanzen in einen Aufguss tauchte, welcher die Säfte derselben ohne Zweifel anzog* u. s. w.

oft fast gar keinen Kiesel, während dass ihre Blätter damit, zumal im Herbste, versehen sind; durch ihren periodischen Abfall befreien sie sich von dieser Erde. Ich habe fünf Rinden von verschiedenen Bäumen untersucht, vom Pappelbaume, einer jungen und alten Eiche, des Haselnussstrauches, des Maulbeerbaumes und der Steinbuche, und habe nirgends weiter als in der Rinde des Maulbeerbaumes eine beträchtliche Menge von Kieselerde angetroffen. In dem völlig gebildeten Holze dieser Bäume habe ich fast gar keine gefunden. Ihre Blätter enthielten davon eine merkliche Quantität, und vier oder fünfmal mehr als das Holz oder die Rinde.

§. 8.

Von den Metalloxyden in der Asche.

Das Verhältniss von dem Eisen- und Magnesium- oder Braunsteinoxyde nimmt in der Asche in dem Verhältnisse, wie die Vegetation vorrükt, zu. Die Blätter der Bäume liefern im Herbste Asche, die mehr mit diesen Stoffen überladen ist, als die solcher Blätter im Frühjahre. Ein gleiches findet bey den einjährigen Pflanzen statt. Die Saamen enthalten die Metalle in geringerer Menge als der ihnen zur Stütze dienende Stengel. Wäscht man eine Pflanze mit Wasser, so findet man das Verhältniss ihrer metallischen Oxyde nach dieser Operation vermehrt. Die reinsten Dammerden finden sich mit den Metalloxyden ausserordentlich beladen, und weit mehr, als die Pflanzen, die sie gebildet haben.

§. 9.

Einfluss der Atmosphäre auf die Asche der Gewächse.

Man kann darüber zur Erkenntniss kommen, ob die Atmosphäre Erden und Salze in die Gewächse bringt, wenn man Saamenkörner mit Hülfe von destillirtem Wasser sich entwickeln lässt, und acht giebt, ob das Gewicht der Asche dieser auf solche Art entwickelten Pflanzen das Gewicht derjenigen Asche übersteigt, welche ein vorläufiger Versuch in diesen Saamen angezeigt hat.

Ein und vierzig Bufbohnen (*Vicia Faba*), die zusammen zwey und eine halbe Unze + 51 Gran (79,135 *grammes*) wogen, wurden auf die oben erweiterten engen Hälse von ein und vierzig Flaschen gesetzt, deren jede mit dreyssig Kubikzoll (594 *centimètres cubes*) destillirtem Wasser angefüllt war. Ich setzte sie der freien Luft, im Sonnenscheine, auf einem Blumenbrete vor dem Fenster aus, wo sie sich jedoch vor dem Regen geschützt befanden. Die Pflanzen wurden einen Fuss grösser und höher; ihre Stengel waren schwach, und konnten sich nicht ohne mancherley Befestigungen erhalten. Sie blüheten, allein diese Blumen waren waren klein, unvollkommen, und fast unkenntlich. Ich endigte den Versuch nach Verlauf von drittehalb Monaten oder unmittelbar nach der Blüthe, weil die Pflanzen zu dieser Zeit den grössten Grad ihrer Entwickelung erlangt hatten, und ihre Vegetation anfieng, schmachtend von statten zu gehen. Die Blätter und die äusseren Enden der Stengel unter-

lagen ihrem eigenen Gewichte *f*). Sie hatten neunhundert Kubikzoll (1,7835 *décalitres*) destillirtes Wasser absorbirt. Die Flaschen enthielten nach dem Versuche zweyhundert Kubikzoll (3.963 *litres*) Wasser mit Conferven versehen: die abgedunstete Flüssigkeit liess einen trockenen Rükstand von elf Gran (5.8 *décigrammes*) Gewicht, welche bey ihrer Verbrennung anderthalb Gran Asche hervorbrachten. Letztere schienen mir aus drey Theilen Kalk, einem Theile Kieselerde, und einer unwägbaren Quantität alkalischer Salze zu bestehen.

Gewicht der Bufbohnen vor dem Versuche —	$2\frac{1}{2}$ Unze + 51 Gran	(79,135 *grammes*).
Sich annäherndes (ziemlich genaues) Gewicht der grünen Pflanzen, welche aus den vorstehenden Saamenkörnern hervorgekommen sind	20 Unzen — —	(611 *grammes*).

f) Ich hätte eine weit kräftigere Vegetation erhalten können, die von der in der Erde selbst, wenigstens bis zur Zeit der Fruktifikation, nicht verschieden gewesen wäre, wenn ich diese Saamen in Töpfe voll Sand oder reinen Kies gesäet hätte; allein ich weiss nicht, ob nicht vielleicht die Säfte der Wurzeln die Steine selbst angreifen. Die Ausfressung, welche Flechten bisweilen an Felsen zu verursachen scheinen, ist ein Zeichen hiervon. Ausserdem macht die unendliche Menge von Insekten, welche auf freiem Felde allerley von sich auf den Blättern liegen lassen,

Gewicht der nemlichen Pflanzen, trocken —	2¾ Unzen + 5 Gran (84,337 *grammes*).
Gewicht der Asche der Bufbohnen vor ihrer Entwickelung — — —	49 Gran (2,601 *grammes*).
Gewicht der Asche der daraus vorgekommenen Pflanzen — — — —	58 Gran (3,025 *grammes*).
Unterschied, oder Gewicht der durch die Atmosphäre abgesetzten Asche — —	9 Gran (424 *milligrammes*).

	Die 49 Gran Asche der Bohnen enthielten vor dem Versuche,	*Die 58 Gran Asche der in destillirtem Wasser entwickelten Bufbohnenpflanzen enthielten,*	*58 Gran Asche von blühenden, in vegetabilischer Erde gewachsenen Bufbohnenpflanzen enthielten,*
Pottasche	10,9	13	33,2
phosphorsaure Pottasche	21,5	19,25	0

so wie die Reste aller Art, die der Wind hierher führt, die Resultate des Versuches ungewiss. — *Auch darf man sicher annehmen, dass die Kieselerde, zumal da sie nass ist, nicht ganz gleichgültig gegen die Pflanze bleiben würde.* (*Anm. d. Ueb.*)

salzsaure und schwefelsaure Alkalien	1,4	2,5	7
phosphorsaure Erden	13,68	17,5	8,7
kohlensaure Erden —	0	0	3
Kieselerden	0	unwägb. Menge	1,2
Metalloxyde	0,25	0,25	0,25

Man ersieht aus dem vorstehenden, dass die Pflanzen neun Gran (424 *milligrammes*) Asche erlangt haben, und dass die Zusammensetzung oder Mischung derjenigen, welche die ganze in destillirtem Wasser entwickelte Pflanze enthält, von den Produkten des Saamens sehr wenig verschieden ist.

Die Atmosphäre hat, wie ich glaube, alle gewöhnlichen Bestandtheile der Asche abgesetzt, allein vorzugsweise den Kalk: diese Erde hat einen Theil des phosphorsauren Kali's entmischt, und phosphorsauren Kalk gebildet. Während der Vegetation ist eine kleine Quantität Kali verdunstet. Der Unterschied zwischen der Asche der durch destillirtes Wasser entwickelten Bohnenpflanzen, und der, aus einer Vegetation in Dammerde, zeigt uns wie beträchtlich der Einfluss des Bodens auf ihre Mischung ist.

Ich glaube nicht, dass man aus der kleinen Zunahme, welche wir bey den in destillirtem Wasser gewachsenen Pflanzen beobachtet haben, schliessen könne, dieselben hätten mit dem Gas und dem Wasser diese hinzugekommenen Stoffe selbst gebildet. Bedenkt man, mit welcher Schnelligkeit irgend ein der

freien Luft ausgesetzter Körper sich mit Staub bedekt, da eine so ohngeheure Menge kleiner Körperchen in unserer Atmosphäre schwimmen; bemerkt man, dass die ein und vierzig Bufbohnenpflanzen fast zwey Monate hindurch diesen Körperchen mehr als einen Quadratfuss Oberfläche zu Anhaltepunkten dargeboten haben, so muss man weniger darüber erstaunen, dass diese Zunahme vorhanden ist, als wenn sie es nicht wäre: ihre Quantität zeigt hier nichts widernatürliches. Wir bemerken endlich, dass das destillirte Wasser selbst niemals ganz rein ist, es enthält fremdartige Bestandtheile g), deren Gewicht wir nicht zu schätzen vermögen, weil es beym Verdunsten mit demselben entweicht *).

§. 10.

Ausführliche Beschreibung der zur Einäscherung angewandten Verfahrungsart.

Die Sommergewächse wurden ganz, mit den todten Blättern, die sie etwa haben konnten, eingesam-

g) Die Herrn Karsten und Westrumb haben bemerkt, dass das mit der grössten Sorgfalt destillirte Wasser, wenn es frisch bereitet worden, durch kein einziges Reagens geändert worden sey; nachdem sie es aber funfzehn Tage lang dem Lichte oder vier Wochen hindurch der Dunkelheit ausgesetzt, erleidet es Veränderungen, welche alle Zeichen der Produkte der Gährung besitzen: es trübt alsdann ein wenig die Bley- und Silberauflösungen; es giebt kleine Anzeichen von Ammoniak, und, zu andern Zeiten, Zeichen einer Säure. (*Kleine physicalisch-chemische Abhandlungen von* Westrumb. *Zweytes Heft.*)

*) *Ueber diesen Gegenstand haben wir ein merkwürdiges und sehr lehrreiches Werk mit weit grössern Resultaten von*

melt; ich habe nur die jederzeit mit Erde imprägnirten Wurzeln abgeschnitten. Die unteren Theile des Stengels wurden sorgfältig von der vom Boden her angespritzten Erde befreit. Wenn ich die Sommergewächse mit ihren reifen Saamen einsammelte, so nahm ich meine Erndte gerade in diesem Zeitpunkte der Reife, und nicht nach dem Tode der Pflanze vor. Die Blätter der Bäume, selbst die im Herbste, sind immer grün, und im Zustande der vollkommensten Gesundheit ausgewählt worden. Man hat indess in dieser Jahreszeit Sorge getragen, nicht die der jüngsten Triebe, sondern von den alleraltesten zu wählen.

Alle diese Vegetabilien wurden sogleich nachdem sie eingesammelt waren, vor dem Regen geschützt aufbewahrt. Sobald sie trocken schienen, wurden sie einige Wochen lang in einen heissen Backofen gebracht, der eine Wärme von zwanzig Grad des Reaumur'schen Thermometers besass: ihre grünen oder weichen Theile wurden daselbst grösstentheils zerreiblich oder zerbrechlich; alsdann erst wurden sie als im troknen Zustande, gewogen. Indess waren nicht alle Pflanzen, trotz dieser Vorsicht, bis auf einen gleichförmigen Grad der Trockenheit gebracht: der, dessen sie bey einerley Temperatur fähig sind, ist nicht nur nach ihrer Gattung verschieden, sondern sogar bey der nemlichen Pflanze nach dem Zeitpunkte der Vegetation. Es schien mir im Ganzen genommen, dass die grünen in ihrer Jugend gesammelten Pflanzen einer

Schrader in Berlin: *Zwey Preisschriften über die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den einheimischen Getreidearten. Berlin 1800.*

vollkommenern Eintroknung fähig wären, als die, welche man in einem reifern Alter eingesammelt hat. Letztere behalten oft bey dieser vorhin angezeigten Temperatur eine halbe Biegsamkeit, welche ein sicheres Anzeichen von dazwischen vorhandenem Wasser in Substanzen ist, welche, wie die hier angeführten, bey einer höheren Temperatur steif und zerbrechlich werden. Die Unmöglichkeit, diese Quantität von flüssigem und der wesentlichen Mischung der Pflanze fremdartigem Wasser zu schätzen, muss jederzeit etwas Ungewissheit über die Produkte der chemischen Analyse verbreiten.

Die nach diesem Verfahren getrokneten Pflanzen wurden auf einer grossen eisernen Platte angezündet: der Rükstand dieser Operation wurde in einem Schmelztiegel aufs neue eingeäschert, bis zur dunkelrothen Glühhitze getrieben, und diess so weit, bis kein Theilchen der Kohle mehr einer Verbrennung fähig war. Es giebt vegetabilische Substanzen, welche ich nicht völlig einzuäschern oder in graue und weisse Asche zu verwandeln im Stande war: hierher gehört das Weitzenstroh und die Körner; der Zucker indess, die Stärke, das Gummi, die Maispflanzen und ihre Saamen, eben so wie die Bufbohnen-, Gerste-, Hafer- und andern Pflanzen, konnten in weisse Asche verwandelt werden.

Jemehr man zur Operation Zeit aufwendet, je sanfter die Hitze des Ofens ist, desto vollkommener ist auch die Einäscherung. Man muss sich, zumal bey der sehr schwierigen Verbrennung der Saamen, hüten, die Asche oft umzuwenden oder zu bewegen. Diese Handlung zerstösst die Salze und die Kohle.

verdikt sie während sie ein wenig flüssig ist, hindert die Verbrennung derselben, ja macht sie bisweilen ganz unmöglich. Die Produkte meiner Einäscherungen sind im Ganzen genommen geringer gewesen als die der Schriftsteller, die mir vorgearbeitet haben. Allein da der grösste Theil unter ihnen nichts weiter als die Ausziehung der Salze im Grossen vor Augen hatte, so endigten sie nicht die Einäscherung des ersten Rükstandes aus der freien Luft in einem Schmelztiegel.

Die Gewächse liefern nach Pertuis mehr Asche, wenn sie grün verbrannt werden, als wenn man diess trocken thut. Allein er macht dieses Resultat wahrscheinlich darum bekannt, dass man sie nicht nach der Erndte der Wirkung des Wassers aussetze; denn sie gaben mir, frisch oder trocken, einerley Quantitäten von Asche.

Alle Produkte meiner Einäscherungen sind heiss, so wie sie aus dem Schmelztiegel kamen, gewogen, und auf gleiche Weise analysirt worden.

§. 11.

Beschreibung der zur Analyse der Asche angewandten Verfahrungsart.

Der Zweck, den ich mir hier vorsetzte zu erfüllen, ist, die Ordnung der Mischung der Asche nicht allein bey den verschiedenen Pflanzen, sondern auch in ihren verschiedenen Theilen, und nach der Epoche ihrer Vegetation zu erkennen. Mein ganzes Leben würde zu dieser Arbeit nicht hingereicht haben, wenn ich mich mit sehr weitläuftigen Analysen abgegeben

hätte; die Verfahrungsarten, die ich mir vorgeschrieben, schienen mir indess für die allgemeinen Untersuchungen, die ich beabsichtigte, hinlänglich genau: sie bestehen in folgendem.

A.

Die beym Glühfeuer getrokneten und, wenn sie zusammengeklebt waren, gepülverten Aschen wurden einer Kochung mit zwanzig tausendmal ihrem Gewichte destillirten Wassers unterworfen. Die filtrirte Lauge ward bis zur Trockenheit abgedunstet, und oft bey einer Glühhitze. Das Gewicht des Rükstandes zeigte mir das der im Wasser auflöslichen Salze an, welche die Asche enthielt; es ist dieses das Resultat, welches auf der ersten Columne der Tafel verzeichnet ist, wenn eine neue Auflösung dieses Rükstandes in einer geringen Quantität Wasser nichts unauflösliches zurükgelassen hat; im entgegengesetzten Falle jedoch wurde sie durchgeseiht und von neuem abgedampft, bis dass die Salze eine vollständige Auflösung bilden konnten. Der durch die Abdampfung unauflöslich gewordene Theil ist in den Aschen, die, wie die Rinden, viel von solcher Erde enthalten, kohlensaurer Kalk. Bey der Asche der Gräser und Saamen, die keinen freien oder kohlengesäuerten Kalk enthalten, hat sich ein mit Pottasche versetzter kohlensaurer Kalk oder Braunstein gebildet; zum Ersatze aber viel phosphorsaure Erde oder Pottasche. Die Kieselerde findet sich darinn immer nur in einer nichts bedeutenden Menge; zum wenigsten, wenn man, wie ich jederzeit zu thun gesucht habe, nur den möglichst geringsten Grad von Feuerung zur Einäscherung

anwendet. Meine Produkte an alkalischen Salzen sind im Allgemeinen weit grösser als die gewesen, welche die mir vorarbeitenden Schriftsteller aus der Asche der nemlichen Pflanzen erhalten haben. Ich kann diesen Unterschied nur der grössern Vollkommenheit meiner Einäscherungen, und der Sorgfalt zuschreiben, die ich beym Troknen und Einsammeln meiner Gewächse angewandt habe. Das Wasser raubt der Asche bey weitem nicht alle ihre alkalischen Salze; allein die Quantität, die man daraus erhält, ist fast jederzeit der, welche sie enthalten, verhältnissmässig, wenn keine phosphorsaure Pottasche dabey vorhanden war. Sobald sich dieses Salz in der Asche antreffen liess, habe ich fast immer eine genauere Analyse davon vorgenommen, wovon ich in der Folge noch sprechen werde.

B.

Die im Wasser gewaschene und unauflösliche Asche wurde in einem Porzellangefässe mit sieben oder achtmal ihres Gewichtes rektifizirter Salpetersäure dem Aufwallen unterworfen. Der Rükstand ward bey einer Glühhitze in einem Schmelztiegel von Platina mit sechsmal soviel, als sein Gewicht betrug, von in Pulver zerfallenem Natrum behandelt. Das Glas wurde im Wasser aufgelöst, und darauf mit der Säure gemischt. Die Auflösung dampfte ich bis zur Trokkenheit ab: der Rükstand wurde mit der Säure in Digestion gebracht, und filtrirt. Das unauflösliche Resultat dieser Operation ist das, was, nachdem es beym Glühfeuer eingetroknet worden, unter der Benennung von Kieselerde verzeichnet ist.

C.

Die salpetersaure Auflösung der Asche wurde mit blausaurer Pottasche niedergeschlagen und durchgeseiht; durch das Abdunsten wurde sie hierauf wieder ins Kleine gebracht, und mit einer kleinen Quantität Wasser und Säure verdünnt. Man schlug sie mit blausaurem Kali zum zweytenmale nieder. Die Trennung der Niederschläge bewirkte man durch ein doppeltes Filtrum, und der Unterschied zwischen dem Produkte der Einäscherung jedes einzelnen Filtrums zeigte die Quantität von Metalloxyde an, die die Asche nach Abzug des Gewichtes des Metalloxydes, welches in die blausaure Pottasche hineingegangen war, enthielt.

D.

Die von den Metalloxyden befreite und durch Abdunstung in einen kleinern Raum gebrachte Salpeter-Auflösung wurde durch Ammoniak niedergeschlagen. Der in der Hitze getroknete Niederschlag zeigte nach Abzug der Alaunerde, fast ganz genau die phosphorsauren Erden an. Man muss unter dieser Benennung die phosphorsaure Kalkerde und Talkerde verstehen.

E.

Ich liess diese phosphorsauren Erden in Salpetersäure auflösen: sie wurden häufig durch Pottasche niedergeschlagen. Die Mischung wurde dem Kochen unterworfen: die durchgeseihte Flüssigkeit wurde mit einer Säure gesättigt und durch Ammoniak niedergeschlagen, welches die Alaunerde sichtbar machte;

diese Erde wurde noch durch eine neue Auflösung und Niederschlag rektifizirt. Nachdem sie beym Glühfeuer getroknet und gepulvert worden war, wurde sie über Weinessig zur Digestion gebracht, um ihr die Erden zu rauben, mit welchen sie vereinigt war. Allein ihre Quantität ist unendlich klein und oft gar nichts, und bey mehr als vierzig Aschen, wo ich sie aufgesucht, fand ich, dass sie nicht ein Hunderttheil des Gewichtes derselben überstieg. Ich hatte geglaubt eine grosse Menge davon bey den Analysen zu erkennen, die ich vor einigen Jahren im Iournal de physique über die Einäscherung einiger auf verschiedenem Boden gewachsenen Pflanzen bekannt machte. Allein ich habe seit der Zeit eingesehen, dass mein Irrthum aus der Unreinigkeit der Asche und der Auflöslichkeit der phosphorsauren Erden in der Pottasche entsprang. Die nemlichen Pflanzen sind von neuem verbrannt, und mit mehr Sorgfalt analysirt worden.

F.

Die salpetersaure Auflösung D, von den Metalloxyden und phosphorsauren Erden getrennt, wurde durch krystallisirte kohlensaure Soda niedergeschlagen: die Mischung wurde einer langen Kochung unterworfen: nach ihrer Erkaltung filtrirte man sie. Diese Operation trennt die kohlensauren Erden, nemlich die Kalk - und Talk - oder Bittererde. Ich zeige die letztere Erde an, um nichts auszulassen; denn es schien mir, dass die reine oder kohlengesäuerte Talkerde niemals anders, als in unbedeutender Menge in die Asche eingieng. Mit der phosphorsauren Talkerde ist der Fall anders, wo die Entdek-

kung derselben in der Asche den Herren FOURCROY und VAUQUELIN angehört.

G.

Die unter der Benennung *Verlust* bezeichnete Columne der Tabelle zeigt den Unterschied an, welcher sich zwischen der Zusammensetzung der getrennten Elemente und der zum Versuch angewandten Menge fand. Dieser Unterschied ist ungeheuer, und muss im Anfange auf die Resultate ein ungünstiges Licht werfen; allein, ich habe mich überzeugt, dass dieser Verlust nicht unter alle Produkte der Analyse vertheilt werden darf: er kommt blos auf Rechnung der im Wasser auflöslichen Salze, welche während der Einäscherung mit Erden und erdigen Phosphaten eine Verbindung bildeten, die das Kochen im Wasser nicht gänzlich zu zerstören vermochte. Man muss daher den angezeigten Salzen diesen Verlust zuzählen, wobey man noch vier oder fünf Hunderttheile unvermeidlichen Verlust durch die Behandlung abrechnet, weil man fast ganz genau die absolute Summe der alkalischen Salze haben will, welche die Asche enthält. Ich habe diese verlorenen Salze beständig wiedergefunden, wenn ich, nachdem ich die im Wasser aufgelöste Asche mit Salpetersäure behandelt, und die saure Auflösung durch Ammoniak und kohlensaures Ammoniak niedergeschlagen, die filtrirte Flüssigkeit einer bis zum höchsten Hitzgrad getriebenen Abdampfung in einem Schmelztiegel von Platina unterwarf. Diese Abdampfung erfodert von dem Augenblicke an, wo die Salze anfangen zu gerinnen, ein sehr graduirtes ohngefähr sieben- oder achtstündiges Feuer, damit sie nicht durch die Explosionen des

Kochens verloren gehen: ist das Feuer nicht heftig genug gewesen, so behalten sie etwas salpetrigte Säure, allein man kann diese sicher entfernen, wenn man, während sie in der Schmelzung begriffen sind, etwas Kohlenstaub hinzusetzt.

Ich habe diese Verfahrungsarten bey den Analysen befolgt, die ich *als die genaueren* angezeigt, ich habe selbst dann nicht einmal immer die Aschen mit kochendem Wasser behandelt, sondern sie mit ihren Salzen in Salpetersäure aufgelöst; letztere Verfahrungsart ist weit kürzer, und viel genauer: denn wenn die Laugen phosphorsauren kalischen Kalk enthalten, so ist die Filtrirung oder selbst eine genaue Abseihung wegen der Klebrigkeit der Flüssigkeit fast unmöglich *h*); sie hält eine grosse Menge Kalk oder vielmehr phosphorsauren Kalk aufgelöst, dessen Menge man nicht anders schätzen kann, als wenn man die Salze in einer Säure auflöst, und sie durch Ammoniak niederschlägt Ich will hier die Verfahrungsarten angeben, welche ich bey der Analyse der mit einer ziemlichen Menge phosphorsaurer Pottasche versehenen Salze, die von phosphorsauren Erden befreit waren, befolgt habe.

h) Die Klebrigkeit der Lauge der Asche und ihre Reduktion durch das Abdampfen in Gallerte, ist ein fast sicheres Anzeichen der Gegenwart von pottaschehaltigen phosphorsauren Kalk oder Talk; indessen kann dieses Salz auch ohne solches Kennzeichen existiren, wenn ein grosser Ueberschuss von Pottasche vorhanden ist. Das phosphorsaure Kali ist für sich nicht klebrig oder gallertartig, die Verhältnisse seiner Elemente mögen auch seyn, wie sie wollen; es besitzt diese Eigenschaft nur, wenn es Kalk oder Magnesia, ohne Ueberschuss des Kali enthält.

Es ist überflüssig, erstere in der Asche zu suchen, welche mehr als ein oder zwey Hunderttheile reinen oder kohlensauren Kalk enthalten. Das phosphorsaure Kali existirt wohl in der Asche, welche ein grösseres Verhältnis dieser Erde enthält; allein sie ist alsdann in so geringer Menge darinne, dass man sie vernachlässigen kann.

a. Ich vermische die Salze mit Weinessig, und dampfe sie dann fast bis zur Trokniss ab. Der Rükstand wird mit Alkohol vermischt, der sich, indem er die essigsaure Verbindung auflöst, mit dem grössten Theile der im Ueberfluss vorhandenen Pottasche, die in der Asche enthalten ist, beladet: dieses Resultat wurde besonders aufbehalten *i*).

b. Die im Alkohol unauflöslichen Salze, welches phosphorsaure Pottasche, salzsaure, schwefelsaure Salze und etwas freie Pottasche sind, werden in Wasser aufgelöst, und mit einer überschüssigen Menge von essigsaurem Kalk vermengt: letzterer entmischt die phosphorsaure Pottasche; die Mischung wird hierauf stark gekocht, und bis fast zur Trockenheit abgedunstet. Man verdünnte den Satz mit vielem

i) Es würde vielleicht genauer seyn, diese erstere Operation (*a*) wegzulassen, welche durch den Weinessig und Alkohol, nur einen Theil der im Ueberschusse vorhandenen Pottasche trennt, und etwas von der phosphorsauren Pottasche wegnimmt. Ich habe mich dieser Verfahrungsart bloss bedient, weil es den übrigen Theil der Analyse weniger beschwerlich macht, und viel Essigsäure und essigsauren Kalk erspart.

Wasser, trennt ihn davon wieder durch ein Filtrum, und troknet ihn bey einer starken Hitze k). Er wird mit Weinessig (c) gemischt, bis ihm diese Säure nichts mehr entzieht. Der unauflösliche Rükstand dieser Operation ist reiner phosphorsaurer Kalk, der aus der Zerlegung der phosphorsauren Pottasche entspringt. Der im Verhältniss von 100 zu 129 vermehrte phosphorsaure Kalk giebt das Gewicht des alkalischen Phophates (d), das ohne Ueberschuss des Kali's in der Asche enthalten ist.

Alle essigten Auflösungen (a) und (c), die der Abwaschung mitgerechnet sind zusammengenommen beym Glühfeuer abgedampft und filtrirt worden: alsdann bey eben der Hitze von neuem verdunstet. Der Rükstand hiervon (e) ist endlich gewogen worden: er enthält alle in der Asche enthaltene Pottaschen, die mit gerechnet, welche in die Mischung der phosphorsauren Pottasche eingegangen ist, und ausserdem die schwefelsauren und salzsauren Alkalien. Man löst alle diese Salze lieber in Salpetersäure als im Wasser auf, weil die Pottasche etwas Kohlensäure enthält, deren Menge man durch das Gewicht, welches die Mischung verliert, schätzt. Diese salpetersaure Auflösung wird allmählig durch salpetersauren Baryt und salpetersaures Silber niedergeschlagen: das Gewicht eines jeden dieser Niederschläge giebt nach bekannten Schätzungen und Ausrechnungen die salzsauren

k) Der Weinessig lösst den phosphorsauren Kalk ein wenig, wenn er nach dem Niederschlage nicht getroknet worden ist.

Seite

Fünftes Capitel.

Von der vegetabilischen Dammerde 148

§. 1. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Dammerde — — — 148

§. 2. Extraktivstoffe der Dammerde — 153

§. 3. Von den in der Dammerde enthaltenen Salzen 159

§. 4. Von den Veränderungen, welche das Sauerstoffgas durch seine Berührung mit der Dammerde erleidet — — — 160

Kürzliche Wiederholung — — 167

Note über die Verkohlung verschiedener vegetabilischer Substanzen — — 168

Tabellen über die Verkohlungen — — 171 u. folg.

Sechstes Capitel.

Von der Vegetation in Aufenthaltsörtern, welche von Sauerstoffgas entblösst sind 177

§. 1. Von den Pflanzen, welche ihre Vegetation im Stikgase nicht unterhalten können — 177

§. 2. Von den Pflanzen, welche im Stikgase vegetiren können — — 181

§. 3. Von der Vegetation im Kohlenoxyd-Gas (Gaz oxyde de carbone. Hydrogène oxycarburé de Berthollet) — — — 191

§. 4. Von der Vegetation im Wasserstoffgas — 192

§. 5. Von der Vegetation im luftleeren Raume 195

Kürzliche Wiederholung — — 197

Seite

Siebentes Capitel.

Von der Bindung und Zerlegung des Wassers durch die Gewächse 199

§. 1. Untersuchungen über die Bindung des Wassers durch Pflanzen, welche in einer von kohlensaurem Gase befreiten atmosphärischen Luft leben — — — — 199

§. 2. Bindung des Wassers durch Pflanzen, welche in einer Mischung von gemeiner Luft und kohlensauren Gas vegetiren — — 206

§. 3. Von der Zerlegung des Wassers durch die Gewächse — — 208

Kürzliche Wiederholung — — 216

Achtes Capitel.

Von der Einsaugung der Auflösungen durch die Wurzeln der Pflanzen 220

§. 1. Das Wasser und das Gas sind zwey Nahrungsmittel, welche nicht allein hinreichen, um die gänzliche Entwickelung der Gewächse zu bewirken — — — 220

§. 2. Absorbiren die Pflanzen in dem nemlichen Verhältnisse wie das Wasser, auch die in dieser Flüssigkeit aufgelösten Substanzen? — 228

§. 3. Absorbiren die Pflanzen in einer Flüssigkeit, die mehrere Substanzen aufgelöst enthält, einige derselben vorzüglicher als andere? — 233

Seite

§. 4. Betrachtungen über die salzigen oder mineralischen Substanzen, welche in die Zusammensetzung der Gewächse mit hineingehen 240

§. 5. Anwendung der vorstehenden Beobachtungen auf die Untersuchung der Quantität der Nahrungsmittel, welche die blosse Substanz der Dammerde den Wurzeln der Gewächse liefert 245

Kürzliche Wiederholung — — 249

Neuntes Capitel.

Beobachtungen über die Asche der Gewächse 250

§. 1. Bemerkungen verschiedener Schriftsteller über die Mengen von Asche, welche die Vegetabilien liefern — — 250

§. 2. Grundsatz, nach welchem die Aschen in Rücksicht der Menge in den holzigen und den krautartigen Pflanzen verschieden sind — — 252

§. 3. Allgemeine Zusammensetzung der Asche. Einfluss des Bodens — — — 257

§. 4. Von den alkalischen Salzen in der Asche 262

§. 5. Von den phosphorsauren Erden in der Asche 268

§. 6. Vom freien oder kohlensauren Kalk in der Asche — — — 272

§. 7. Von der Kieselerde in der Asche — 274

§. 8. Von den Metalloxyden in der Asche — 278

§. 9. Einfluss der Atmosphäre auf die Asche der Gewächse — — — 279

§. 10. Ausführliche Beschreibung der zur Einäscherung angewandten Verfahrungsart — — 283

Seite

§. 11. Beschreibung der zur Analyse der Asche angewandten Verfahrungsart — — 286

Note über die Verbindung des phosphorsauren Kali mit dem Kalk — — — 295

Tafeln der Einäscherungen und Analysen.

Anhang zu v. SAUSSURE's chemischen Untersuchungen über die Vegetation, von VOIGT.

und schwefelsauren Alkalien; man zieht die Summe dieser letzteren von dem gewogenen (e) oder von dem, welches die Pottasche, die schwefelsauren und die salzsauren Salze enthielt, ab. Der Unterschied (Differenz) giebt das Gewicht der sämmtlichen Pottasche die in der phosphorsauren enthalten ist, und der, welche im Ueberschuss vorhanden war. Man kennt jetzt das Gewicht der Pottasche, welche in die Mischung der schon bey (d) gegebenen phosphorsauren Pottasche, eingehen muss. Hundert Theile dieses Salzes enthalten fünf und sechzig Theile Pottasche. Man schreibt daher diesem Salze die Pottasche zu, welche ihm angehört; der Rest ist das überschüssig in der Asche enthaltene Kali.

Note

Ueber die Verbindung des phosphorsauren Kali mit dem Kalk.

Ich habe phosphorsaures Kali gebildet, indem ich Phosphorsäure mit dem Kali auf nassem Wege vereinigte, bis dass sich die Mischung neutralisirt hatte, und bey den vegetabilischen Farben, die ich als Reagentien anwandte, keine Veränderung hervorbrachte. Ich troknete diese Verbindung beym Glutfeuer, und wog sie hierauf: sie wurde in Wasser aufgelöst, und mit salzsaurem Kalk zersetzt. Die Mischung ward bis zur Trockenheit abgedampft, und, nachdem sie im Wasser aufgelöst worden, durchgeseiht. Ich habe nach den von Klaproth anerkannten Prinzipien

für den phosphorsauren Kalk abgeleitet, dass hundert Theile troknes phosphorsaures Kali bey dem weiter oben angezeigten Grade der Sättigung enthalten:

Kali — — — —	65.
Phosphorsäure — — —	35.

Ein so beschaffenes phosphorsaures Kali ist es, von welchem bey den Analysen der Asche hier die Rede ist; dieses ist es, wovon hundert neun und zwanzig Theile nur hundert Theile phosphorsauren Kalk können bilden helfen.

Die wässrigten Auflösungen der phosphorsauren Pottasche sind nicht, wie man gesagt hat, klebrig und gallertartig; sie gehen selbst conzentrirt, frei durch die engsten Filtrirgefässe.

Vermischt man mit dieser Auflösung zwanzig oder dreyssigmal ihr Volumen Kalkwasser, so behält die Mischung, welche einen auflöslichen phosphorsauren Pottasche-Kalk (*phosphate potassé de chaux*) bildet, ihre ganze Durchsichtigkeit. Sie erleidet scheinbar keine andere Veränderung, als dass sie Klebrigkeit erlangt, und nur mit der äussersten Langsamkeit durch die gewöhnlichen Filtra dringt. Bringt man hier ferner eine Quantität Kalkwasser hinzu, so fängt ein Niederschlag an, sich zu bilden. Dieser ist aber kein phosphorsaurer Kalk, sondern ein phosphorsaurer Pottasche-Kalk, der im Wasser unauflöslich ist, weil er einen Ueberschuss von Erde besitzt; lösst man ihn in Salpetersäure auf, so zieht man nur den vierten Theil oder die Hälfte seines Gewichtes phosphorsauren Kalk heraus. Die nemlichen Wirkungen finden, we-

niges abgerechnet, bey der Talkerde statt. Die Verbindungen der letzteren schienen mir blos mehr klebrig.

Man kann die nemlichen Resultate erhalten, allein mit weniger ausgezeichneten Kennzeichen, wenn man statt des Wassers eine Auflösung von essigsaurem Kalk wählt. Die ersten Tropfen, wenn die Auflösung verdünnt ist, zerlegen die phosphorsaure Pottasche nicht, wenigstens lösst sich der gebildete Niederschlag wiederum auf, wenn man die Flüssigkeit bewegt. Diese Beobachtung zeigt, dass der von Vauquelin in den Säften der Gewächse in so grosser Menge gefundene essigsaure Kalk darinne mit phosphorsaurem Kali verbunden, existiren kann. Letzteres Salz wird durch keine Art von Kalksalzen gänzlich zerlegt, als wenn man die Mischung bis zur Trockenheit abdünstet; das nemliche gilt auch vom Talk.

Die wässrigte Auflösung des phosphorsauren Pottasche-Kalks wird weder durch Kali noch durch Natrum, noch Ammoniak, noch durch die Phosphorsäure getrübt, allein sie zersetzt sich theilweise mittelst aller kohlensauren Alkalien, die kohlensauren Kalk daraus niederschlagen: sie wird auch durch Sauerkleesäure entmischt: endlich zerlegt sie sich noch zum Theil mittelst einer einfachen Eintroknung beym Glühfeuer. Man findet in diesem Rükstande phosphorsauren Kalk, der durch einen Ueberschuss von Erde im Wasser unauflöslich geworden ist, und phosphorsauren, im Wasser auflöslichen Pottasche-Kalk, der indess weniger Kalk als bey der ersten Auflösung enthält. Dieser Erfolg tritt mehr oder weniger bey allen Aschenlaugen ein, die man bis zur Trokniss abdampft und dann wiederum im Wasser auflöst.

Wirkung der Pottasche auf den phosphorsauren Kalk. Fourcroy und Vauquelin haben sehr wohl gesehen, (*Annales de Chimie an XI*) dass wenn man flüssiges Kali mit phosphorsaurem Kalke kocht, sich eine ganz kleine Menge von Kalk abtrennt. Allein diese der alten Ordnung der Verwandschaften entgegensetzte Entmischung, wovon Berthollet so zahlreiche Beyspiele bey andern ähnlichen Verbindungen angiebt, ist nicht das einzige Resultat, was sich bey dieser Probe wahrnehmen lässt. Ich habe beobachtet, dass ein grosser Theil von phosphorsaurem Kalk gänzlich in die Auflösung der Pottasche hineingeht, und dass sich dann eine phosphorsaure Kalk-Pottasche bildet. Ich liess eine Stunde hindurch 300 Theile Pottasche (ohngefähr in zweymal soviel, als ihr Gewicht betrug, Wasser gelöst) mit phosphorsaurem Kalk in Teigform, der frisch mittelst des Ammoniaks niedergeschlagen war, kochen. Das beym Glühfeuer getroknete Phosphat wog vor dem Versuche 25 Theile. Die Abkochung wurde durchgeseiht. Der durch das Kali nicht aufgelöste Rükstand wog nicht mehr als neun Theile: sie wurden in Salpetersäure aufgelöst, und durch Ammoniak niedergeschlagen. Der am Feuer getroknete Niederschlag wog nie mehr als sechs Theile. Die filtrirte Auflösung wurde mit kohlensaurem Natrum oder Ammoniak gemischt: dieses Salz trennte einen halben Theil kohlensauren Kalk davon. Das Kali hat daher bey diesem Versuche drey Viertel von phosphorsaurem Kalk verloren, und nur den funfzigsten Theil davon wirklich zersetzt.

Ich habe beynahe die nemlichen Resultate erhalten, als ich bey einem Schmelzfeuer in einem

Platinatiegel troknen phosphorsauren Kalk mit troknem Kali behandelte. Der phosphorsaure Kalk wog 20 Theile, und das Kali 80. Die undurchsichtige Fritte, welche aus dieser Mischung zum Vorschein kam, wurde in Wasser aufgelöst und durchgeseiht; der in dieser Flüssigkeit gebliebene unaufgelöste Rükstand wog zwölf Theile. Sie wurden in Salpetersäure aufgelöst, und durch Ammoniak niedergeschlagen; letzteres trennte davon nur 6½ Theil phosphorsauren Kalk. Die filtrirte Auflösung wurde durch kohlensaures Natrum niedergeschlagen, das davon 2½ Theil kohlensauren Kalk trennte.

Die Verbindungen der Pottasche im Ueberschusse mit phosphorsaurem Kalk, die ich durch die eben erzählten Verfahrungsarten erhalten habe, weichen durch manche Eigenschaften von der Verbindung ab, die man erhält, wenn man Kalkwasser mit phosphorsaurem Kali vermischt.

Diese Eigenschaften beweisen, dass die überschüssige Pottasche nicht ohne Wirksamkeit ist, und durch eine sehr mächtige Verwandschaft auf den Kalk wirkt. Ich habe gesagt, dass die wässrigte Auflösung des phosphorsauren Pottasche-Kalks durch sauerkleesaure Salze zerlegt werde. Allein die phosphorsaure Kalk-Pottasche wird durch diese Reagentien nicht gestört, sie entdecken den Kalk darinne nur, wenn man die überschüssig erscheinende Pottasche mit einer Säure genau gesättiget hat. Es erfodert viel, dass die Sauerkleesäure, selbst unter diesen Umständen, allen Kalk niederschlage; es bildet sich hier wahrscheinlich eine vierfache Verbindung.

Der flüssige phosphorsaure Pottasche-Kalk, oder die Mischung des Kalkwassers mit phosphorsaurem Kali, wird durch die Eintroknung zum Theil zerlegt; allein die flüssige phosphorsaure Kalk-Pottasche erleidet durch diese Operation keine merkliche Veränderung. Der phosphorsaure Pottasche-Kalk bildet mit dem Wasser eine klebrige oder gallertartige Auflösung, welche schwer durch das Filtrum geht. Die phosphorsaure Kalk-Pottasche geht leicht hindurch, und bildet, wenn sie in einen kleinern Raum gebracht wird, keine Gallerte.

TABELLEN

über die

EINAESCHERUNGEN

und

ANALYSEN.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze enthalten	Asche in 1000 Theilen der trocknen Pflanze enthalten	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen
1	Blätter des Eichbaums (*Quercus Robur*) vom 10ten Mai	13	53	745	Aus einem Gehölz; kiesiger und fast unfruchtbarer Boden.
2	desgleichen, vom 27. September	24	55	549	Ebendas.
3	Geschälte Aeste oder Stämmchen eines jungen Eichbaums, vom 10ten Mai		4		Ebendaher. Die Stämmchen oder Zweige hatten ohngefähr fünf bis sechs Linien (1 *centimètre*) im Durchmesser.
4	Rinde der vorhergehenden Zweige		60		Unter dieser Rinde sind der Bast und die Oberhaut mit begriffen.
5	Eichenholz, vom Splinte getrennt		2		Er gehörte einem Stamme an, der ohngefähr 8 Zoll (2 *décimètres*) im Durchmesser hatte.
6	Splint des vorhergehenden Eichenholzes		4		
7	Rinde der vorstehenden Eichenstämme		60		Bey dieser Rinde ist der Bast und die Oberhaut mit begriffen.
8	Bast der vorhergehenden Rinde		73		

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
1 Eichenblätter Mai	47	24	0,12	3	Die Menge ist geringer als $\frac{1}{100}$ des Gewichtes der Asche	0,64	25,24	Bey dieser, so wie bey den nachfolgenden Analysen, kommt der Verlust fast gänzlich den im Wasser auflöslichen Salzen zu.
2 Die nemlichen im Sept.	17	18,25	23	14,5		1,75	25,5	
3 Geschälte Stämmchen oder Zweige junger Eichbäume. Mai	26	28,5	12,25	0,12		1	32,58	
4 Rinde der vorstehenden Aeste	7	4,5	63,25	0,25		1,75	22,75	
5 Eichenholz, vom Splinte getrennt	38,6	4,5	32	2		2,25	20,65	
6 Splint der nemlichen Eiche	32	24	11	7,5		2	23,5	Die Kieselerde war bey diesem Splinte vielleicht zufällig, denn ich habe keine bey jungen Eichenästen gefunden.
7 Rinde der vorstehenden Eichenstämme	7	3	66	1,5		2	21,5	
8 Bast der vorhergehenden Rinde	7	3,75	65	0,5		1	22,75	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze	ASCHE in 1000 Theilen der troknen Pflanze	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN
9	Extract aus dem vorhergehenden Eichenholze		61		
10	Dammerde des Eichenholzes		41		
11	Extract aus der vorstehenden Dammerde des Eichenholzes		111		
12	Blätter des Pappelbaums (*Populus nigra*) v. 26. Mai	23	66	652	Auf einer Wiese. Thonigter Boden.
13	desgleichen: vom 12. September	41	93	565	Von dem nemlichen Zweige, wovon die vorstehenden genommen waren.
14	Geschälte Stämme dieser Pappelbäume v. 12. Septemb.		8		Auf dem nemlichen Boden. Der Stamm hatte 8 Zoll (2 *décimètres*) im Durchmesser.
15	Rinde der vorstehenden Stämme.		72		Bey dieser Rinde sind Bast und Oberhaut mit einbegriffen.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	Salze in Wasser auflösl.	Erden phosphorgesäuerte	Erden kohlengesäuerte	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
9 Extract aus dem vorhergehenden Eichenholze	51				Die Menge ist geringer als ein Hunderttheil des Gewichtes der Asche			Eichen-Sägespäne, eine halbe Stunde lang in destillirtem Wasser gekocht: das Dekokt filtrirt, und bey einer gelinden Wärme bis zur Trockniss abgedampft.
10 Dammerde des vorstehenden Holzes	24	10,5	10	32	1	14	8,5	Diese fast schwarze Dammerde ist einige Fuss hoch über dem Boden, aus dem Stamme einer lebenden Eiche genommen worden; sie enthielt kleine weisse Kieselklümpchen
11 Extract aus der Dammerde des Eichenholzes	66							Die Dammerde wurde dem Kochen eine halbe Stunde hindurch in destillirtem Wasser unterworfen: die durchgeseih'te Abkochung wurde in einer gelinden Wärme bis zur Trockenheit abgedunstet.
12 Schwarze Pappelbaums-Blätter Mai.	36	13	29	5		1,25	15,75	Bey dieser und den folgenden Analysen kommt der Verlust fast einzig den im Wasser auflöslichen Salzen zu.
13 dergleichen, Sept.	26	7	36	11,5		1,5	18	
14 Geschälte Stämme des Pappelbaums	26	16,75	27	3,3		1,5	24,5	
15 Rinde der vorstehenden Stämme. Mai	6	5,3	60	4		1,5	23,2	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze	ASCHE in 1000 Theilen der troknen Pflanze	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN
16	Blätter des Haselnussstrauches (*Corylus Avellana*) 1. Mai		61		Auf dem unbebauten Raine am Rand eines Gehölzes. Der Boden kiesigt und beynahe ganz unfruchtbar.
17	Die nemlichen, kalt mit destillirtem Wasser gewaschen		57		
18	Haselnuss-Blätter vom 22. Junius	28	62	655	ebendaher
19	desgleichen vom 20. September	31	70	557	ebendaher
20	Geschälte Zweige vom Haselnussstrauch v. 1. Mai		5		Diese Zweige hatten vier Linien (1 *centimètre*) zu ihrem stärksten Durchmesser.
21	Rinde der vorstehenden Zweige		62		
22	Holz vom spanischen Maulbeerbaume (*Morus nigra*) vom Splinte getrennt. Novbr.		7		Aus einem Gemüsegarten, thonigter Boden. Der Stamm 8 Zoll (2 *décimètres*) im Durchmesser.
23	Splint von diesem Maulbeerbaume		13		
24	Rinde des vorstehenden Maulbeerbaums.		89		Bey dieser Rinde sind Bast und Oberhaut mit einbegriffen.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
16 Haselnussblätter Mai	26	23,3	22	2,5	Die Menge ist geringer als ein 100 Theil des Gewichts der Asche	1,5	24,7	Bey dieser und den folgenden Analysen ist der Verlust fast allein auf Rechnung der im Wasser auflöslichen Salze zu setzen.
17 Dieselben, gewaschen	8,2	19,5	44,1	4		2	22,2	Diese frischen Blätter wurden 8mal in kaltes destillirtes Wasser getaucht; sie blieben bey jeder Eintauchung eine Viertelstunde unter demselben.
18 Haselnussstrauchblätter. Junius	22,7	14	29	11,3		1,5	21,5	
19 Dergleichen. September	11	12	36	22		2	17	
20 Geschälte Haselnusszweige	24,5	35	8	0,25		0,12	32,2	
21 Rinde der vorhergehenden Zweige	12,5	5,5	54	0,25		1,75	26	
22 Maulbeerbaumholz, ohne Splint	21	2,25	56	0,12		0,25	20,38	
23 Splint dieses Maulbeerbaums	26	27,25	24	1		0,25	21,5	
24 Rinde desselben	7	8,5	45	15,25		1,12	23,13	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze	ASCHE in 1000 Theilen der troknen Pflanze	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN
25	Bast der vorhergehenden Rinde		88		
26	Holz von der Stein- oder Weissbuche (*Carpinus Betulus*) vom Splinte getrennt. Novemb.	4	6	346	Auf einer Wiese; thoniger Boden. Stamm von 6 Zoll (1,6 *décimètre*) Durchmesser.
27	Splint der vorigen Steinbuche	4	7	390	Bey diesem Baume war der Splint sehr wenig vom Holze unterschieden.
28	Rinde dieser Steinbuche	88	134	346	Bey dieser Rinde sind Bast und Oberhaut mit einbegriffen.
29	Stämme und entblätterte Zweige vom Rosskastanienbaume (*Aesculus Hippocastanum*. 10. Mai		35		Auf einer Wiese. Fruchtbarer Boden.
30	Blätter des Rosskastanienbaums 10. Mai	16	72	782	Ebendah.
31	Dieselben, vom 23. Julius	29	84	652	Vom nemlichen Aste.
32	Die nemlichen v. 27. September	31	86	636	Vom nemlichen Aste.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
25 Bast der vorhergehenden Rinde	10	16,5	48	0,12	Die Menge ist geringer als ein 100 Theil des Gewichts der Asche	1	24,38	Bey dieser, so wie bey den folgenden Analysen gehört der Verlust fast einzig den im Wasser auflöslichen Salzen zu.
26 Steinbuchenholz, ohne Splint	22	23	26	0,12		2,25	26,63	
27 Splint dieser Steinbuche	18	36	15	1		1	29	
28 Rinde der obigen Steinbuche	4,5	4,5	59	1,5		0,12	30,38	
29 Stämme und entblätterte Zweige vom Rosskastanienbaume	9,5							
30 Blätter des Kastanienbaumes Mai	50							
31 Blätter von demselben Julius	24							
32 Desgleich. 27. Septbr.	13,5							

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der troknen Pflanze	Vegetations-wasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
33	Blumen vom vorhergehenden Rosskastanienbaume. 10. Mai	9	71	873	Vom nemlichen Zweige.
34	Reife Früchte des nemlichen Baumes. 5. October	12	34	647	Vom nemlichen Zweige.
35	Blühende Erbsenpflanzen (*Pisum sativum*)		95		Aus einem Küchengarten. Thonigter Boden.
36	Desgleichen mit reifen Saamen versehen		81		Von dem nemlichen Beete, wie die vorhergehenden.
37	Bufbohnenpflanzen (*Vicia Faba*) vor ihrer Blüthe. 23. Mai	16	150	895	Aus einem Küchengarten; thonigter Boden.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorgesäuerte Erden	kohlengesäuerte Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
33 Kastanienblüthen Mai	50				Die Menge ist geringer als ein Hunderttheildes Gewichtes der Asche			
34 Reife Früchte dieses Rosskastanienbaums	75	10,5		0,75		0,5	13,25	*Genauere Analyse dieser Asche* Potasche . . . 51 PhosphorsaurePotasche . . . 28 Salz- u. Schwefelsaures Kali . . 3 Phosphors. Erden 12 Kohlengesäuerte Erden . . . 0 Kieselerde . . . 0,5 Metalloxyde . . 0,25 Verlust 5,25 100.
35 Blühende Erbsenpflanzen	49,8	17,25	6	2,3		1	24,65	
36 Erbsenpflanzen mit reifen Saamen	34,25	22	14	11		2,5	17,25	
37 Bufbohnen vor der Blüthe	55,5	14,5	3,5	1,5		0,5	24,50	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der troknen Pflanze	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
38	Die nemlichen in der Blüthe. 23. Junius	20	122	876	Auf dem nemlichen Beete der vorhergehenden.
39	Desgleichen; mit reifen Saamen. 23. Julius		66		Ebendas.
40	Desgleichen, von ihren reifen Saamen getrennt		115		Ebendaher.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	In Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
38 Desgleichen, in der Blüthe	55,5	13,5	4,12	1,5	Die Quantität ist geringer, als ein 100 Theil des Gewichtes der Asche gewesen	0,5	24,38	*Genauere Analyse dieser Asche.* Unvollkommen kohlenges. Potasche 57,25 Salz- u. Schwefelsaures Kali . 12 Phosphors. Erden 15 Kohlensaur. Erden 5 Kieselerde . . . 2 Metalloxyde . . 0, 5 Verlust 8,25 100.
39 Dieselben mit reifen Saamen	50	17,75	4	1,75		0,5	26	Die im Wasser auflöslichen Salze enthalten kein phosphorsaures Kali
40 Dieselben ohne ihre reifen Saamen	42	5,75	36	1,75		1	12,9	*Genauere Analyse dieser Asche.* Unvollkommen kohlenges. Potasche 31 Salzsaure Potasche 14 Schwefels. Potas. 2 Phosphors. Erden 6 Kohlens. Erden 37, 5 Kiesel 2,75 Metalloxyde . . 0,75 Verlust 6 100.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der troknen Pflanze	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
41	Saamen des vorstehenden Gewächses		33		Ebendaher.
42	Blühende, in destillirtem Wasser aus obigen Saamen gezogene Bufbohnen		39		
43	Goldruthe (*Solidago vulgaris*) vor dem Blühen 1. Mai		92		Auf einem nicht angebauten Rasenrande eines Gehölzes. Kiesigter Boden.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorgesäuerte Erden	kohlengesäuerte Erden	Kiselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
41 Saamen der vorhergehenden Pflanzen					Die Menge ist geringer, als ein Hunderttheil des Gewichtes der Asche gewesen			*Analyse.* Potasche 22,45 Phosphors. Potas. 43,93 Salzsaure Potasche 0, 9 Schwefels. Potas. 2 Phosphors. Erden 27,92 Kohlensaur. Erden 0 Kieselerde . . . 0, Metalloxyde . . 0,50 Verlust 2,30 100.
42 Blühende aus vorstehenden Saamen in destillirtem Wasser gewachsene Bufbohnen								100 *Theile Asche enthalten:* Potasche . . . 22,4 Phosphors. Potas. 33,4 Salz- u. Schwefelsaures Kali . . 4,3 Phosphors. Erden 30 Kohlensaure Erden 0 Kieselerde . . nicht schätzbar Metalloxyde . . 0,5 Verlust 9,4 100.
43 Goldnithe. 1. Mai (*wahrscheinlich Solidago Virg. aurea L. A. d. Ueb.*)	67,5	10,75	,75	1,5		0,75	18,25	Diese Pflanzen hatten bloss ihre Wurzelblätter.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze enthalten	ASCHE in 1000 Theilen der trocknen Pflanze enthalten	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN.
44	Die nemliche, im Aufblühen. 15. Julius		57		Ebendaher.
45	Desgleichen, mit reifen Saamen. 20. September		50		Ebendas.
46	Sonnenblumenpflanzen. (*Helianthus annuus*), den 25 Junius. Vor der Blüthe		147		Aus einem Gemüsegarten; thonigter Boden.
47	Desgleichen beym Anfange der Blüthe. 23. Julius	13	137	877	Ebendaher.
48	Die nemlichen, mit reifen Saamen. 20. September	23	93	753	Ebendaher.
49					Aus einem fruchtbaren Ackerfelde. Kiesiger Boden.
50					Ebendaher.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
44 Desgleichen, im Julius	59	8,5	9,25	1,5	Die Menge ist geringer als ein 100 Theil des Gewichtes der Asche.	0,75	21	Bey dieser und den nachfolgenden Analysen muss der Verlust fast allein den im Wasser auflöslichen Salzen angerechnet werden.
45 Desgleichen mit reifen Saamen	48	11	7,25	3,5		1,5	18,75	
46 Sonnenblumenpflanzen vor der Blüthe	63	6,7	11,56	1,5		0,12	16,67	
47 Sonnenblumen, die eben anfiengen zu blühen	61	6	12,5	1,5		0,12	18,78	
48 Desgleichen, mit reifen Saamen	51,5	22,5	4	3,75		0,5	17,75	
49 Blühender Weitzen	43,25	12,75	0,25	32		0,5	12,25	Jahr 1802.
50 Desgleichen mit reifem Saamen	11	15	0,25	54		1	18,25	Im nemlichen Jahre; Reichliche Saamen von der schönsten Art.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze	ASCHE in 1000 Theilen der troknen Pflanze	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN
51	Weitzenpflanzen (*Triticum sativum*) vom 1. Mai. Einen Monat vor der Blüthe		79		Ebendaher.
52	Desgleichen, in der Blüthe. vom 14. Junius	16	54	699	Ebendaher.
53	Desgleichen vom 28. Julius, mit reifen Saamen		33		Ebendaher.
54	Stroh ohne Saamenkörner vom vorstehenden Weitzen.		43		

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

ZAHLEN für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. SALZE	phosphorgesäuerte ERDEN	kohlengesäuerte ERDEN	KIESELERDE	ALAUNERDE	METALLOXYDE	VERLUST	BEMERKUNGEN
51 Weitzenpflanzen, einen Monat vor der Blüthe	60	11,5	0,25	12,5	Die Menge ist geringer, als ein hunderttheil des Gewichtes der Asche austrägt, gewesen	0,25	15,5	Jahr 1803, auf dem nemlichen Boden wie die vorhergehenden.
52 Dergleichen, blühend	41	10,75	0,25	26		0,5	21,5	Ebendas.
53 Dergleichen, mit reifen Saamen	10	11,75	0,25	51		0,75	23	Engstehender und wenig reichlicher Saame.
54 Weitzenstroh von obigem; ohne Saamenkörner	9	5	1	61,5		1	22,5	*Genauere Analyse der nemlich. Asche.* Potasche . . . 12, 5 Phosphors. Potas. 5 Salzsaure Potas. 3 Schwefels. Potas. 2 Phosphors. Erden 6, 2 Kohlensaure Erden 1 Kieselerde . . 61, 5 Metalloxyde . . 1 Verlust 7, 8 100.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der troknen Pflanze	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
55	Ausgelesene Körner vom vorstehenden Weitzen		13		
56	Kleie		52		
57	Maispflanzen. (*Zea Mays*) vom 23. Jun. 1 Monat vor der Blüthe		122		Aus einem Küchengarten, thonigter Boden.
58	Dieselben, blühend vom 23 Julius		81		Ebendaher.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze.	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
55 Weitzenkörner, aus denen, welche das im vorhergehenden angezeigte Stroh getragen hatte, ausgesucht	21	38	0	0,5	Die Quantität ist geringer, als ein 100 Theil des Gewichtes der Asche	0,25	40,25	*Genauere Analyse der nemlich. Asche.* Potasche . . . 15 Phosphors. Potas. 32 Salzsaure Potasche 0,16 Schwefels. Potas. ein unwägb. Wölkchen Phosphors. Erden 44, 5 Kohlensaur. Erden 0 Kieselerde . . . 0, 5 Metalloxyde . . . 0,25 Verlust 7,59 100.
56 Kleie								Potasche . . . 14 Phosphors. Potas. 30 Salzsaure Potasche 0,16 Schwefels. Potas. 0 Phosphors. Erden 46, 5 Kohlens. Erden 0 Kieselerde . . . 0, 5 Metalloxyde . . 0,25 Verlust 8,59 100.
57 Maispflanzen; vor der Blüthe	69	5,75	0,25	7.5		0,25	17,25	
58 Dieselben. In der Blüthe	69	6	0,25	7,5		0,25	17	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse. Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze	ASCHE in 1000 Theilen der troknen Pflanze	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN.
59	Dieselben mit reifen Saamen		46		Ebendaher.
60	Maisstengel, von ihren reifen Aehren getrennt.		84		
61	Aehren der vorstehenden Stengel		16		
62	Saamenkörner von obigem Mais		10		

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

ZAHLEN für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend.	in Wasser auflösl. SALZE	phosphorgesäuerte ERDEN	kohlengesäuerte ERDEN	KIESELERDE	ALAUNERDE	METALLOXYDE	VERLUST	BEMERKUNGEN
59 Dieselben, mit reifen Saamen					Die Menge ist geringer als ein Hundertheil des Gewichtes der Asche			
60 Maisstengel, von ihren reifen Aehren getrennt	56	5	1	18		0,5	19,5	*Genauere Analyse dieser Asche.* Potasche . . 59 Phosphorsaure Potasche . . . 9, 7 Salzsaure Potas. 2, 5 Schwefels. Potas. 1,25 Phosphors. Erden 5 KohlensaureErden 1 Kieselerde . . . 18 Metalloxyde . . 0, 5 Verlust 3,05 100.
61 Aehren der obigen Maisstengel								
62 Maiskörner	24	34	0	1		0,12	40,88	*Genauere Analyse.* Potasche . . . 14 Phosphors. Potas. 47, 5 Salzsaure Potasche 0,25 Schwefels. Potas. 0,25 Phosphors. Erden 36 Kohlensaur. Erden 0 Kieselerde . . . 1 Metalloxyde . . 0,12 Verlust 0,88 100.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

ZAHLEN für die Einäscherungen	NAMEN der Gewächse Zeit des Einsammelns	ASCHE in 1000 Theilen der grünen Pflanze enthalten	ASCHE in 1000 Theilen der trocknen Pflanze enthalten	VEGETATIONS-WASSER in 1000 Theilen der grünen Pflanze	BEMERKUNGEN.
63	Gerstenstroh, (*Hordeum vulgare*) von den reifen Saamen geschieden		42		Auf einem Acker mit Kalkboden.
64	Gerstenkörner vom vorgehenden Strohe		18		Diess waren solche, wie man sich ihrer zum Säen bedient, nemlich von den innern Spreu - Bälgen befreyt.
65	Gerstenkörner				

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorsaure Erden	kohlensaure Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
63 Gerstenstroh ohne reife Saamenkörner	14	7	12,5	57	Die Menge ist geringer, als ein 100 Theil des Gewichtes der Asche gewesen	0,5	9	Potasche . . . 16 Schwefels. Potas. 3, 5 SalzsaurePotasche 0, 5 Phosphors. Erden 7,75 Kohlens. Erden 12, 5 Kieselerde . . . 57 Metalloxyde . . 0, 5 Verlust 2,25 100
64 Gerstenkörner aus vorstehendem Strohe	7	31	0	36		0,25	25,75	*Genauere Analyse dieser Asche.* Potasche . . . 18 Phosphors. Potas. 9, 2 Schwefels. Potas. 1, 5 SalzsaurePotasche 0,25 Phosphors. Erden 32, 5 Kohlensaur. Erden 0 Kieselerde . . . 35, 5 Metalloxyde . . 0,25 Verlust 2, 8 100.
65 Gerstenkörner	22	22	0	21		0,12	29.8	Diese Saamen waren, obgleich sie die Fähigkeit zu Keimen hatten, 15 Tage vor ihrer völligen Reife eingesammelt worden. Als ich die in der saueren Auflösung zurückgebliebenen Salze aufsuchte und wog, fand ich, dass sie mit den vorstehenden 22 zusammen 47 Theile wogen. Man muss sowohl bey dieser als der vorhergehenden Analyse, einen grossen Theil der Kieselerde den Bälgen zuschreiben, von denen die Saamen nicht befreyt worden waren.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze enthalten	Asche in 1000 Theilen der trocknen Pflanze enthalten	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
66	Hafer		31		Diese Saamenkörner hatten keine Spreubälge mehr.
67	Blätter der Schneerose (*Rhododendron ferrugineum*) die auf dem Jura, einem Kalkgebirge gewachsen war. 20. Junius		30		
68	Dieselben, vom Breven, einem Granitgebirge. Am 27. Junius		25		
69	Stengel und Aeste der Schneerose vom Jura. 21. Junius		8		Diese, wie die folgenden Stämmchen waren ihrer Blätter beraubt.
70	Stengel d. Schneerose vom Breven. 27. Junius				
71	Fichtenblätter (*Pinus Abies*) vom Jura. 20. Junius		29		

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

ZAHLEN für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in, Wasser auflösl. SALZE	phosphorsaure ERDEN	kohlensaure ERDEN	KIESELERDE	ALAUNERDE	METALLOXYDE	VERLUST	BEMERKUNGEN
66 Hafer	1	24	0	60		0,25	14,75	Bey einer genauern Analyse habe ich ausser diesen Producten noch 10 Theile Potasche und 5 Theile Salz- und schwefelsaure Kalien in der nemlichen Asche gefunden.
67 Schneerosenblätter. 20. Junius	23	14	43,25	0,75	0,12	3,25	15,63	Bey dieser und den folgenden Analysen kommt der Verlust fast allein auf Rechnung der im Wasser auflöslichen Salze.
68 Schneerosenblätter von Kieselboden. 27. Junius	21,1	16,75	16,75	2	0,12	5,75	31,53	Die Vegetation war auf dem Kieselboden mehr verzögert, als auf dem Kalkboden. Diese Bemerkung kann man auch auf alle folgenden Einlesen mit anwenden.
69 Stämmchen von Kalkboden-Schneerose. nr. 67. Junius	22,5	10	39	0,5	0,12	5,4	22,48	
70 Stämmchen von Kieselboden-Schneerose. Junius	24	11,5	29	1		11	24,5	
71 Blätter von Kalkfichte. Junius	16	12,27	43,5	2,5		1,6	24,13	

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der trocknen Pflanze	Vegetationswasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
72	Dieselben, auf dem Breven gewachsen. 27. Junius		29		
73	Fichtenzweig, ohne Blätter, vom 20. Junius		15		
74	Heidelbeere. (*Vaccinium Myrtillus*) vom Jura. 29. August		26		
75	Desgleichen, vom Breven. 20. Aug.		22		
76	Dammerde von der Kalk-Schneerose nr. 67 und 69		65		Diese schwarze Dammerde wurde von einem rein kohlensauren Kalkfelsen genommen, zu dem keine Thiere kommen konnten; er war unter freyem Himmel allen atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt.

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorgesäuerte Erden	kohlengesäuerte Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
72 Blätter von Kiesel-Fichte. Junius	15	12	29	19		5,5	19,5	Bey dieser und den folgenden Analysen kommt der Verlust fast einzig auf Rechnung der im Wasser auflöslichen Salze.
73 Fichten- oder Rothtannen-zweige, ohne Blätter	15							
74 Kalk-Heidelbeere. 29. Aug.	17	18	42	0,5		3,12	19,38	
75 Kiesel-Heidelbeere. 20. Aug.	24	22	22	5		9,5	17,5	
76 Schneerosen-Dammerde von Kalkboden; nr. 67 und 65	0,5	6	29	28	3	18	15,5	Ich habe in der sauern Auflösung der von Erden und Metalloxyden befreyten Asche zwölf Theile kalischer Salze gefunden. Der Verlust beträgt daher nur 3 Theile. Diese Dammerde braus'te mit Säuern nicht auf.

TAFEL DER EINAESCHERUNGEN.

Zahlen für die Einäscherungen	Namen der Gewächse. Zeit des Einsammelns	Asche in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Asche in 1000 Theilen der troknen Pflanze	Vegetations-Wasser in 1000 Theilen der grünen Pflanze	Bemerkungen.
77	Extract aus vorstehender Dammerde		140		Dieses trokne, schwarze, und halbdurchsichtige Extract wurde durch wiederholtes Abkochen dieser Dammerde in destillirtem, bey jedem Decocte erneuerten Wasser bereitet. Die Abkochungen waren trübe, u. konnten nur durch einen Filtrirsack geseiht werden, der sie nicht hell machte.
78	Dammerde von der Kiesel-Schneerose nr. 68 und 70		620		Die grosse Menge der in dieser Dammerde enthaltenen Asche kommt daher, dass jene mit Sand od. zerwittertem Gneus, worauf sie ruhte, vermischt war.
79	Extract aus dieser Dammerde		142		

TAFEL DER ANALYSEN.

Hundert Theile Asche enthalten:

Zahlen für die Analysen, denen der Einäscherungen correspondirend	in Wasser auflösl. Salze	phosphorgesäuerte Erden	kohlengesäuerte Erden	Kieselerde	Alaunerde	Metalloxyde	Verlust	Bemerkungen
77 Extract aus vorstehender Dammerde	27	16,75	21	3	0,12	5	29,13	*Genauere Analyse der nemlich. Asche.* Kohlenges. Potas. 14 Salzsaure Potasche 23 Schwefels. Potas. 16 Phosphors. Erden 17,25 Kohlensaur. Erden 21,5 Kieselerde . . . 3,25 Alaunerde . . . 0,12 Metalloxyde . . 3 Verlust 1,88 100.
78 Dammerde von Kiesel-Schneerose	0							
79 Extract daraus	24	13	17	14	0,12	10	21,88	

Anhang

zu

v. Saussure's chemischen Untersuchungen

über die

Vegetation.

1.

Herr von SAUSSURE hat in dem gegenwärtigen Werke geleistet, was er auf dem Titel versprach: eine Untersuchung des vegetabilischen Lebens, in chemischer Rücksicht, zu liefern. Er hat das Geschäft der Ernährung und des Wachsthums, vom Keimen an bis zur vollendeten Pflanze beleuchtet, und sogar die einzelnen Theile des Gewächses, Wurzeln, Blüthen, Früchte u. s. w. in dieser Beziehung geprüft. Selbst die Dammerde und die Asche der Vegetabilien sind genauer, als bisher geschehen, von ihm untersucht worden, und da sich die erstere so nahe an die Vegetation anschliesst, dass sie mit zu ihr gerechnet werden muss, so gereicht diese Untersuchung dem Werke desto mehr zur Vollständigkeit.

2.

Demohngeachtet macht das, was hier abgehandelt worden ist, nur erst einen Theil der Physiologie der Gewächse, selbst in chemischer Beziehung, aus, und lässt uns noch ähnliche Untersuchungen, mit gleicher Genauigkeit und Vollständigkeit angestellt, über die sich zu beyden Seiten anschliessenden Darstellungen, deren eine die *chemischen Bestandtheile* der Gewächse, die man als Edukte und Producte

derselben kennt, die andere das vegetabilische *Leben* in seinem dynamischen Verhältnissen zum Gegenstand hat, zu wünschen übrig. Die Betrachtung des Lebensprozesses, im Verhältniss zu seinen ihn bestimmenden Einflüssen begleitet jene chemischen Untersuchungen so unmittelbar, dass ein Ungeübter oft verführt werden könnte, die Wirkung einer rein chemischen Wahlverwandschaft für Aeusserung einer reinen Lebensthätigkeit zu halten, und umgekehrt, da doch die Existenz des Gewächses jederzeit noch durch etwas höheres bedingt ist, als dass man hoffen dürfte, durch dergleichen chemische Prozesse das ganze Leben befriedigend zu erklären. Die Untersuchung der verschiedenen, theils dem vegetabilischen Reiche eigenthümlichen, und in ihm allein vorkommenden Substanzen, theils solcher, die auch anderwärts angetroffen und gewonnen werden, bietet ein noch weiteres Feld dar, und nur aus dem Resultate vereinigter Forschungen können wir dereinst von dem Zeitpunkte an, wo chemisches zum organischen, und organisches Leben zu chemischen wird, eine wahre Pflanzenphysiologie erwarten.

3.

Saussure hat beyde Wege oft betreten, aber nie verfolgt, sondern ist bald auf seinen eigenthümlichen zurückgekehrt.

Es ist jetzt nicht mein Vorsatz, die ausführliche Abhandlung jener beyden Zweige der künftigen Pflanzenphysiologie zu liefern. Nur allgemeine Umrisse derselben, Ausführung einzelner Züge, mit Benutzung

der besten und neuesten Quellen, zumal im chemischen Theile, kann man erwarten. Ich hoffe indess den Besitzern dieses Buches einen Dienst zu erweisen, wenn ich ihnen den chemischen Theil kurz und in möglichster Vollständigkeit, und eine Darstellung des vegetabilischen Lebensprozesses gebe, wodurch sie in den Stand gesetzt werden, dasselbe als ein Compendium zu benutzen, zumal, da diese Lehren in den wenigsten botanischen Handbüchern so ausführlich vorkommen.

Vom anatomischen Baue der Gewächse.

4.

Der unbefangene Forscher findet, wenn er ein Gewächs genauer im Innern betrachtet, eine weit einfachere Zusammensetzung desselben, als ihn die künstliche Anatomie der Pflanzen lehrt. Die bekannten schon längst beym äussern Anblicke unterschiedenen Formen abgerechnet, zeigt sich bey der einfachen mechanischen Zerlegung oder Zerreissung, nur ein fasriges, zelliges, oder schon blättriges Gewebe, welches sich jedoch auf das vorige zurückbringen lässt, und der ganze Bau schränkt sich auf Zusammensetzung von Röhren, Blättchen und Zellen ein.

5.

Die unendliche, von den frühesten Zeiten an bemerkte Mannigfaltigkeit der Gewächse im Aeussern und Einfachheit im Innern, welche, wie die Physiologie zeigt, eben sowohl von den äussern Einflüssen, als von dem inneren Bildungstriebe entspringt,

muss nothwendig eine scheinbare Verschiedenheit in dem Baue dieser Zellen oder Canäle zum Vorschein bringen. Den Pflanzenanatomen gab diess Gelegenheit, Classen von Gefässen und dergleichen aufzustellen, die wirklich nicht vorhanden sind, und noch viel weniger durch alle Abtheilungen des Gewächsreiches durchgeführt werden können. Einen deutlichen Beweiss, wie wenig sie gegründet sind, geben z. B. die Uebergänge des Splintes ins Holz, der Spiralgefässe in die sogenannten Treppengänge u. s. w. Die mannigfach gestalteten Vegetabilien bringen überall nichts weiter hervor, als was der Zweck der fortgetriebenen Vegetation ist, nach abwechselnden Ausdehnungen und Zusammenziehungen, [der Pflanzenmetamorphose [*])] eine verfeinerte Gestaltung, deren Frucht und Kern fähig ist, sich durch neue Ausdehnungen zu vergrössern, zu nähren, und den nämlichen Weg wiederum zu durchlaufen. Solche einfache Zwecke hätten schon lange auf einfache Mittel hinweisen, und der leichte Uebergang eines Theiles in den andern davon überzeugen sollen.

6.

Ohne uns also mit einer Beschreibung jeder einzelnen Sorte von Gefässen der Gewächse aufzuhalten, da man deren noch viele finden kann, wogegen man-

[*]) Siehe des Herrn *Geheimenrath von Göthe Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären.* Gotha 1790.

Dass der eigenthümliche Bau eines Gewächses nicht immer, wie etwa im menschlichen Körper, auch eigene Sekretionen hervorbringen, zeigt sich daraus, dass von

che andere schon wieder auf die allgemeinen zurückgebracht sind, können wir uns auf die Betrachtung folgender Hauptklassen einschränken:

7.

Der allgemeinste Behälter des Flüssigen, woraus in Verbindung mit Festem alles Organische besteht, ist das *Zellgewebe*. Es ist ein in der Physiologie jetzt angenommener Satz, dass sich alle festen Theile eines Organismus darein auflösen lassen, wenn man jene Benennung nicht in einem zu beschränkten Sinne verstehen will. Man hat in der That vom höchsten und künstlichsten Organismus bis zum unvollkommensten oder einfachsten herab, Mittel gefunden, dieses darzuthun. In dem Gewächsreiche ist es um so leichter der Fall, da wir weit öfter beobachten können, wie junge im Wachsthum begriffene Theilchen in eine feste, oft steinartige Substanz übergehen, und selbst der keimende Saame ist zu dergleichen Beobachtungen sehr geschickt. Anzumerken ist indess, dass diese Zellen oft bloss durch *Absetzungen* erdiger Rückstände aus dem flüssigen, in den harten oder veränderten Zustand übergehen.

Die Gestalt, in der dieses Zellgewebe erscheint, ist sehr verschieden; bald zeigt es sich in den schönen Geweben, deren unser Verf. S. 5. (nach SPRENGEL) gedenkt, bald findet es sich in langen Schläu-

zwey anatomisch sich sehr ähnlichen Gewächsen eines Geschlechtes, die eine Gattung einen mächtig ausgezeichneten Stoff ausscheiden kann, während die andere nichts davon erzeugt.

chen ausgedehnt, oder es hat sich in Blätter und Röhren verwandelt. Ueberall ist es das Eine, und wird aus den nachher anzuführenden Stoffen gebildet.

8.

Unter den röhrigen Gefässen der Gewächse, welche den grössten Theil der Organisation derselben beherrschen, sind die *Spiralgefässe* bekanntlich die merkwürdigsten. Ohngeachtet einige noch immer bey der lebenden Pflanze dieselben läugnen, oder sie als durch die Schnellkraft vertroknende und beym Zerreissen sich also windende Fasern betrachten wollen, so sind die Beweise dafür doch nicht positiv genug widerlegend, und wir müssen einstweilen den Schriftstellern, welche sie z. B. bey Kürbispflanzen in der lebenden (*unverletzten?*) Pflanze wollen gesehen haben, Glauben beymessen. Ob sie aber wirklich immer hohle, saftführende Kanäle sind, ist eine andere Frage, deren Beantwortung nicht so gleich entschieden werden möchte. Unsere Augen belehren uns indess noch von einer andern, der häufigsten Art von Röhren, nemlich den ziemlich geradlaufenden, die theils in verschiedentlicher Form Säfte enthalten, theils sich im Alter in Holzfasern verdichten, und so das eigentliche vollkommene Holz der ausdauernden Gewächse bilden.

9.

Wenn man die Entstehung der Röhren und Kanäle aus einer Aneinanderreihung von Zellen in einer Linie erklären kann, so lassen sich auf diese Weise auch durch Aneinanderreihung der Zellen in

der Fläche die *blättrigen* Gestaltungen erklären. Ihre Entstehung aus dem Zellgewebe ist noch deutlicher zu erkennen, als bey den Röhren, und bloss im Alter oder nach dem Tode nehmen sie die Natur einer festen Haut an.

Da die äussere Oberfläche eines Gewächses eine solche Aneinanderreihung von Zellen der Länge und Breite nach besitzt, so ist daraus der häutige Ueberzug desselben, der bald *Schaale*, bald *Rinde*, bald *Oberhaut* heisst, erklärlich. Da, wo das Zellgewebe fast bloss in die Fläche vertheilt ist, wird es zu *Blatt*.

10.

Eine Aneinanderhäufung von Zellen nach allen Seiten und Richtungen giebt endlich eine Masse, die, wenn sie sehr saftig ist, mit dem Namen *Fleisch* (*parenchyma*) belegt wird, und in den verschiedenen Theilen der Pflanze, zumal bey Früchten, und der Blatt-Stengel Substanz der sogenannten *saftigen* oder *fleischigen* Gewächse am ansehnlichsten gefunden wird. Die letzteren sind um dieses eigenthümlichen Baues willen zu Versuchen über das vegetabilische Athmen sehr geschickt, wie solches unser Verfasser auch mehreremale mit glücklichem Erfolge zu benutzen gewusst hat. (S. das dritte Capitel). Solche fleischige Gewächse besitzen eine weit einfachere Organisation, sie nehmen bey einem grossen Volumen an Substanz einen verhältnissmässig sehr kleinen Raum ein, und scheinen überhaupt auf einer höhern Stufe von intensivem Pflanzenleben zu stehen, als diejenigen Gewächse, welche einen mehr *gestreckten* Bau besitzen.

11.

Die drey angegebenen Classen erschöpfen bey ihrer Einfachheit alles, was man bey der Organisation der in den verschiedenartigsten Formen sich zeigenden Gewächse findet. Sprengt der zu heftige Trieb der Säfte die zarten Gefässe, oder dehnt er sie aus, und bringt eine noch rohe, nicht so feine Nahrung hinein, so geht oft das halbfertige Blumenblatt wieder in ein Kelchblatt zurück, und die Vegetation wird anfgehalten. Immer zeigt sich alsdann aber ein ähnlicher Bau, und die gröber ausgewirkten Theile weisen deutlich hin, dass die feinste Organisation in ihrer Anlage mit der niedrigsten des Gewächses dieselbe bleibt.

12.

Die Verhältnisse eines Gewächses zu seinen äussern Umgebungen, Feuer (Licht, Wärme) Luft, Wasser und Erde, haben aus diesem zelligen und gestreckten Gewebe Lagen hervorbringen helfen, die man am besten von aussen nach innen zu, zumal am Stamme unterscheiden kann. Die erste Schicht ist ein den grösten Theil des Gewächses bedeckender Ueberzug, der in der Gestalt einer mehr oder weniger dünnen Membran *Oberhaut* genannt wird. Sie überzieht alle Verzweigungen der Pflanze mit, wird da, wo mehr Fleisch oder saftiges Zellgewebe liegt, thätiger und lebendiger, und ist alsdann meist mit Spaltöffnungen versehen, die den Austauschungsprozess mit den Gasarten, wovon unser Buch so oft handelt, befördern helfen [2]). Stirbt sie ab, oder mit andern Worten,

[2]) Sprengel bemerkte (Anleitung zur Kenntniss der Gewächse 1 Th. S. 12.) dass bey denjenigen Pflanzen, de-

geht sie im Alter mit in die Rinde über, so verliert sich dieser Bau natürlicher Weise. Ausserdem ist noch anzumerken, dass sie die Wurzel nicht überzieht, so lange sich dieselbe unter der Erde befindet. Jemehr nach oben zu die Rinde dünner wird, und die innere Marktsubstanz mit nach auſſen hervortritt, desto zärter wird auch diese Oberhaut, und sie scheint in dem Blumenblatt endlich ganz andere Eigenschaften und Bau anzunehmen.

Die auf der Oberhaut befindlichen Spaltöffnungen gehen häufig durch einen ähnlichen Trieb, als der ist, der den Stamm in die Länge zieht, hervorgelockt, in Haare über, die gewöhnlich nichts anders, als ebenfalls Ausdünstungs- oder Einsaugungsgefässe sind, und mit dem Athmungsprozesse im genauesten Verhältnisse stehen. Sie fallen weg, wo genugsame Feuchtigkeit im Boden oder im Zellgewebe vorhanden ist, und zeigen sich stärker da, wo dieselbe mehr aus der Luft angezogen werden muss. Sind sie zur wirklichen Sekretion bestimmt, so bilden sie vielleicht in sich geschlossene Drüsen, die als kleine Systeme, unabhängig, eigenthümliche Säfte auszuarbeiten ver-

ren Blätter auf der Erde aufliegen, die untere Fläche der letztern nicht mit Spaltöffnungen versehen sey, weil dieselbe alsdann nicht fähig ist, Luft einzusaugen. Er fand diesen Fall z. B. bey der Aurikel und bey einigen Gattungen der Arabis. Sie sind da, wo sie vorhanden sind, immer in grösserer Menge, je weniger Haare man findet, und umgekehrt. Auch hat man noch beobachtet, dass sie des Morgens mehr geöffnet seyn sollen, als am Abend; des Morgens ist aber die Einsaugung stärker. (Spr. S. 127.)

mögen. Bey der Wurzel sind die Einsaugungsgefässe bloss als Zasern oder Wärzchen zu sehen.

13.

Unter der Oberhaut befindet sich eine deutlich aus Zellgewebe bestehende Schicht, die den Namen *Rinde* führt, und hauptsächlich der Ort am Stamme ist, woher die Gewächse den Kohlenstoff nehmen, wenn sie mit dem umgebenden Sauerstoffgase kohlensaures Gas bilden. Sie ist alsdann grün. Unmerklich geht sie in eine mehr gestreckte Form über, und bildet endlich nach innen zu, die Lage des *Bastes*, einer Schicht von Fasern.

14.

Innerhalb des Bastes befindet sich, und zwar, wie man neuerlich behauptet hat, bloss bey den Dicotyledonen, eine mehr oder weniger dicke, aus Spiralgefässen bestehende Lage, die man *Splint* nennt. Obgleich er nicht mit dem Baste zusammenhängt, so bildet er doch mit ihm vereinigt den hauptsächlichsten Sitz der Bewegung der Säfte, und kann als die letzte Lage, von innen herausgerechnet, so wie der Bast als die letzte von aussen nach innen, betrachtet werden. Der Splint wird bekanntlich bey mehrjährigen Gewächsen zum eigentlichen festen reifen *Holze*, wo er einen höhern Grad der Dichtigkeit annimmt, seine frühern Lagen nach innen drängt, indem sich die spätern aussen herum anlegen, und die lebhaftesten Bewegungen der Säfte in diesen jüngsten Schichten vornimmt.

Man findet beym Holze noch quer vom Mittelpuncte nach der Peripherie zu laufende Fafern, die man *Spiegelfasern* nennt.

15.

Bey einem grossen Theile von jungen Gewächsen, und bey allen dieser Art, welche röhrenförmige Aeste tragen, ist die Mitte derselben mit einem lockern, meist blendendweissen, schwammigen Zellgewebe ausgefüllt, welches *Mark* heisst, und gewöhnlich eine Menge, wie man glaubt, überflüssiger Feuchtigkeit enthält. Es verschwindet mit zunehmendem Alter, und der Raum, den es einnahm, wird theils durch Holz allmählig ausgefüllt [3]), theils bleibt er hohl, wo man bisweilen die Reste desselben als Querscheidewände [4]) oder Flocken gewahr wird. Dass es der Wurzel fehlt, und deswegen deren Hauptcharakter ausmachen soll, wie Medicus behauptet, ist von Sprengel [5]) widerlegt und die Wurzel des Polypodium medullare von Neuseeland noch zum Beyspiele angeführt worden.

16.

Die Rindensubstanz (zelliges Gewebe) verliert sich mit in die Blätter, und bildet deren Ausfüllung

[3]) Z. B. beym Hollunder, Sambucus nigra L., wo es nur bis zum sechsten Jahre des Astes dauert.

[4]) Z. B. sieht man dergleichen bey mehrern Juncus und Scirpus Gattungen.

[5]) Anleit. zur Kenntniss d. Gewächse 1. Th. S. 211.

zwischen den Rippen. Die Splint- und Holzgefässe verlängern sich in alle röhrigen Theile des Gewächses, so wie sie die Rippen der Blätter selbst bilden, und der Trieb, welcher das Mark im Innern des Baumes herbey schafft, giebt es auch wahrscheinlich zur Blume her. Da sich indess an diesen Spitzen der Vegetation die fasrige Substanz mehr verliert oder zurückzieht, so kann das Zellgewebe der Rinde leicht mit dem des Markes zusammentreffen, und beyde gemeinschaftlich, unter neuen Verhältnissen, die Frucht- und Saamenbildung vollenden, die uns auf den Punkt zurückführt, von welchem wir ausgiengen.

Vom Safte.

17.

Innerhalb der Oberhaut, zwischen den eben beschriebenen Behältern, befindet sich eine Flüssigkeit, die gewöhnlich hell, ungefärbt, und von wenig Geschmack und Geruch, bisweilen aber auch trübe, farbig, und verschiedenartigen Geschmacks ist; nemlich der, durch die Gefässe sich bewegende, *Saft.*

18.

Saft ist in allen Theilen des belebten Gewächses enthalten, er bewegt sich und treibt in ihnen. Er ist oft fähig, einen mächtigen Widerstand zu überwinden, ist oft in grosser Menge vorhanden, und macht, in Verbindung mit den Gasen, die durch die lungenartigen grünen Theile ein- oder ausgeathmet werden, das Hauptnahrungsmittel der Gewächse aus. Ich werde bald nachher angeben, dass man ihn nicht als

aus den Stoffen *zusammengesetzt* annehmen dürfe, die man aus ihm durch chemische Prozesse gewinnen kann. Es lässt sich daher nicht viel mehr über seine wahre Mischung und Zusammensetzung sagen, als dass er aus einem gewissen Verhältnisse von Grundelementen bestehe, nemlich denen, die man in den aus ihm hervorgebrachten Stoffen wieder findet [6]). Ihr quantitatives oder qualitatives Verhältniss ist wahrscheinlich in ihm verschieden, und daraus erklärlich, warum er bald diess bald jenes Produkt liefert [7]).

19.

Bey dem grössten Theile der Vegetabilien ist der Saft ungefärbt und wasserhell, er findet sich indessen auch *grün, blau, roth, weiss* und *gelb*, und erhält bey manchen Gewächsen theils eine *harzige*, theils *elastisch-harzige*, theils *gummigte, scharfe, narkotische, bittere* oder *süsse* u. s. w. Beschaffenheit. Letztere Qualitäten fangen aber schon an, sich als augenblicklich nach dem Tode verwandelnde Eigenschaften und als Produkte wahrnehmen zu lassen, und man kann nicht gewiss behaupten, ob das Saure schon im lebenden Safte vorhanden sey, oder ob er nicht eben erst diese Eigen-

6) Zu diesen Stoffen zähle ich Licht, (Wärme), Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Was ich mir von ihnen denke, darüber werde ich mich weiter unten erklären.

7) Zum Beweise dieses Ausspruches führe ich einstweilen nur die bekannte Erfahrung an, dass man aus einerley Saft bald diese, bald jene Säure herstellen kann, je nachdem z. B. den Feuergrad stärker oder schwächer gegeben wird, u. s. w.

schaft durch einen chemischen Entmischungsprozess, im Augenblicke, da er abstirbt, erlange. Einige Erfahrungen scheinen das letztere zu bekräftigen.

Eben so verwechsele man nicht die angeführten Eigenschaften desselben mit denen des Saftes reifender Früchte, welche, jemehr sie sich dem Zustande ihrer Vollendung nähern, unabhängiger vom Gewächse werden (wie der *todt-holzige* Stiel derselben beweist) und ihre Beschaffenheit nun bloss durch Einwirkung des Lichtes und der Atmossphäre, zumal des Sauerstoffes derselben, verändern, so dass man sie abgeschnitten für sich der Zeitigung und dem Uebergang von herbe in süss überlassen kann.

20.

Von der sogenannten anatomischen Untersuchung des Saftes lässt sich nicht viel beybringen. Rafn sahe viel Uebereinstimmendes desselben mit dem Blute der Thiere, doch darf man die Vergleichung nicht zu weit treiben [8]. Die Vergrösserung zeigte in dem Safte Kügelchen, Prismen u. s. w. in einer dünnen Flüssigkeit schwimmend. Allein hier ist schon der Zeitpunkt eingetreten, wo wir nicht weiter gehen dürfen, denn die äussern Einwirkungen zumal des Sauerstoffgases u. m. dergl. fangen bald an, den nunmehr *getödteten* Saft einem chemischen Prozesse zu unterwerfen. [Vergl. Sauss S. 181. Anm. *)].

[8]) Schon die Vergleichung der Kügelchen des Saftes mit denen im Blute, wird nicht durchaus passen, da die Cruorkügelchen bekanntlich wegen ihrer am Eiweissstoff anhängenden Luftbläschen so erscheinen. Vergl. J. F. Ackermann (*Diss pro loco*) *de combustionis lentae phänomenis, quae vitam constituunt. Jenae* 1804.

21.

Das Bestreben der Menschen, durch falsche Analogieen geleitet, auch in höchst einfache Dinge Künstlichkeit zu bringen, und in ihnen etwas aufzusuchen, was in der That nicht vorhanden ist, verführte manche Naturforscher nach dem Schema der Anatomie und Physiologie des Menschen die der Gewächse zu bearbeiten. Der wenige Erfolg ihrer Bemühungen, hätte sie schon früher darauf bringen sollen, einzusehen, dass ihr Bestreben hier unrecht angewandt worden sey, und eine solche Erfahrung muss jeden von weitern Untersuchungen *der Art* abschrecken. Wichtigere und tiefere Aufschlüsse können wir von andern Seiten her erwarten. Möchte es unserm grossen Landsmanne, Herrn Alex. v. Humboldt recht bald gefallen, sich auch in diesem Theile der Naturgeschichte um Mit- und Nachwelt noch mehr verdient zu machen.

Von der chemischen Untersuchung der Bestandtheile der Gewächse.

22.

Herr v. Saussure hat bloss im vierten, fünften, und dem neunten Kapitel von Pflanzenstoffen gesprochen. Er hat indess meist von solchen gehandelt, die wir als *Produkte*, und nicht in der lebenden Pflanze schon fertig und vorräthig liegend, annehmen müssen. Ausserdem war es auch gar nicht sein Vorsatz, ihre vollständige Aufzählung so zu geben, wie wir uns hier vorgenommen haben. Gleich nachher anzuführ-

rende Gründe werden nachfolgende Reihe rechtfertigen, in der die jetzt bekannten, als spezifisch verschieden angenommen Edukte und Produkte des Pflanzenreichs aufgeführt sind.

I. *Bestandtheile des lebenden Vegetabils.*

1. Zellgewebe im Allgemeinen.
2. Holzfaser. Holz.
3. Mark. (Sago.)
4. Kork.
5. Roher Saft.
(natürliche Pigmente.)
6. Pflanzeneiweiss (Extractivstoff.)
7. Pflanzenseife.
8. Schleim. (Erhärtet zu Gummi).
9. Zucker.
10. Sauerkleesäure.
11. Gallussäure.
12. Tannin oder Gerbestoff.
13. Bittre, scharfe etc. Stoffe.
Bestandtheile der reifen Saamen:
14. Mehl.
15. Kleber.
16. Stärke. Sago.

II. *Stoffe, welche vom lebenden Gewächse selbst abgeschieden werden, zum Theil wahre Excretionen.*

17. Nektar.
18. Manna.
19. Feste (concrete) Zuckersubstanz.
20. Süsse und weinigte Pericarpiensäfte.

20. Saure Pericarpiensäfte.
 a. Weinsteinsäure.
 b. Citronensäure.
 c. Apfelsäure.
 d. Benzoesäure.
 e. (Sauerkleesäure).
21. Natürliche Salze.
22. Erdige und andere Absetzungen.
23. Ausgeschwitztes (verhärtetes) Gummi.
24. Gummiharze.
25. Harze.
26. Balsame.
28. Aetherische Oele.
29. Kampher.
30. Fette Oele.
31. Pflanzenbutter.
32. Wachs.
33. Kahutschuk oder elastisches Harz.

III. *Stoffe, welche aus den getödteten Theilen der Pflanze, durch neue chemische Verbindungen oder Entmischungen erst zum Vorschein kommen.*

34. Extracte. (Extractivstoff.)
 Behandlung des todten Holzes:
35. Rus.
36. (brandige Säuren).
37. brandiges Oel.
38. Kohlenwasserstoffgas.
39. Pflanzenkohle.
40. Asche.
 a. Alkalien.

b. Erden.
c. Metalloxyde.
d. Salze.

41. Künstliche Sänren.
42. Producte der Zuckergährung.
43. — der Weingährung.
44. Alkohol.
45. Product der Essiggährung.
46. — der fauligen Gährung.
47. Künstliche Pigmente.
a. Indigo.
b. Waid.
c. Lakmus.
d. Orlean.

IV. *Von den Ueberbleibseln des natürlich gestorbenen Gewächses.*

48. Von der natürlichen faulen Gährung.
49. Vom faulen Holze.
50. Von der langsamen Zersetzung.
51. Dünger.
52. Dammerde.

23.

Ehe ich von diesen hier aufgeführten sogenannten Bestandtheilen noch etwas insbesondere sage, muss es meine Pflicht seyn, die Gründe anzugeben, welche mich zu dieser Abtheilung bewogen.

Ich verdanke die erste Idee dazu dem gelehrten Herrn Prof. Steffens *), und halte mich für über-

*) Beyträge zur innern Naturgeschichte der Erde. S. 36. u f.

zeugt, dass auf dem von ihm angezeigten Wege bessere Resultate zu erwarten sind, als wenn wir ohne diese Unterscheidung des dynamischen (organischen) Prozesses vom chemischen bloss empirisch fortfahren wollen, Produkte darzustellen. Steffens bemerkt (S. 40.) sehr richtig, dass ein jeder isolirter Organismus mit dem allgemeinen in immerdauernden Streite liege, und dass die bis zur Organisation erhobenen Stoffe den Gesetzen der chemischen Verwandtschaften während des Lebens eben so sehr entrückt seyen, wie dieselben Stoffe während des chemischen Prozesses dem dynamischen. Im Momente des verschwindenden Lebens treten andere Verhältnisse ein, und die bisher herrschende Macht weicht einer neuen.

24.

Je weiter die neuere Chemie vorgedrungen war, desto mehr fing sie an einzusehen, dass sich die sämmtlichen Produkte ihrer Pflanzenanalyse in Rücksicht ihrer einfachsten Bestandtheile auf die vier Repräsentanten der Erd- und Wassermaterie unseres Planeten zurückbringen liessen, nemlich auf verschiedene Verhältnisse des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs. Es wird von Tag zu Tage überzeugender, dass diese Pole zweyer Elemente nur durch ein drittes, von der Sonne zu uns strömendes Feuer, oder, mit andern Worten, durch Verbindung mit dem *Lichte* zum organischen Leben geweckt, und also hervorgezogen werden. Ausführlich kann ich mich hierüber in den weiter unten folgenden Paragraphen auslassen. Kann nun die verschiedenste Ver-

bindung dieser Stoffe unter einander die scheinbar unähnlichsten Produkte zu Wege bringen, so lässt sich bald eine Abtheilung machen, wo dieselben, durch natürliche Verbindung mit Licht, und dynamisch bedingt, im lebenden Pflanzenorganismus erscheinen, oder wie sich dann eine solche Verbindung, durch Menschenhände getrennt, und zu neuen Verwandtschaften vorbereitet, durch rein chemische Wahlanziehung unsern Sinnen darbieten muss. Einige neuere Erfahrungen, die uns die chemische Eductionsmethode in ihrer ganzen Schwäche zeigen, wo man z. B. aus einem und demselben Gewächse bald diese bald jene Pflanzensäure erhielt, beweisen schon, dass dieselben nicht fertig gebildet im lebendigen liegen konnten, sondern erst im Laboratorium des Chemikers so gut wie ein künstlicher Kampher aus der Verbindung von Schwefelsäure mit Terpentinöl, *verfertigt* wurden.

Ein ähnliches glaubt STEFFENS vom Kali, welches er, und mit Recht, als im Holze *nicht* präexistirend annimmt, da es ja ohnehin nur durch Verbrennung, und durch keinen andern Prozess erhalten werden kann [10]). Die in unserm Werke befindlichen Tabellen, Analyse überschrieben, müssen daher nur in so fern benutzt und geschätzt werden, als sie, bey gleicher Verfahrungsart, verschiedene Produkte zum Vorschein brachten, welche freylich auf ein uns unbekanntes Verhältniss von *vorräthigen Materialien* in dem lebenden Vegetabil hindeuten. Eine völlig richtige Analysis müsste zur *Synthesis* (d. h. zur Zusam-

[10]) A. a. O. S. 45.

mensetzung des vollständigen Körpers selbst) führen, die gegenwärtige Pflanzenanalyse thut dieses aber nicht, wir können daher eben so gut sagen, es liege am Mangel unserer Kenntnisse beym analytischen Verfahren, als man bisher vorgab, es liege an unserer Unwissenheit im synthetischen.

25.

Was wir von den chemischen Eigenschaften derjenigen Bestandtheile zu halten haben, die unter der ersten Classe aufgeführt sind, muss sich nach dem eben Vorgetragenen nur auf die Betrachtung derselben *unmittelbar* nach dem Verschwinden des Lebens einschränken. Sobald sie sich nur eine kleine Zeit lang dem Lebensprozesse entzogen haben, müssen sie sich einer andern Macht unterwerfen, und sie werden, wie in der vierten Classe aufgeführt worden, auf natürlichem Wege in den grossen Organismuss der anorganischen Natur allmählig aufgenommen, oder gleich schon wieder zur Unterhaltung des Lebens in einem besondern verwandt. Der Mensch ist indessen im Stande, sie zum Theil in ihrer Individualität zu erhalten, zu trennen, oder wieder zusammenzumischen. Die Verfahrungsarten, die er anwendet, um durch seine Sinne von den Eigenschaften der vor ihm liegenden Körper zu urtheilen, sind bisweilen so beschaffen, dass sie die Mischungs- und Entmischungsprozesse eine Zeitlang hindern, wodurch wir alsdann geschikt werden, noch von dem ziemlich natürlichen Zustande der Theile des lebenden Pflanzenkörpers zu urtheilen.

26.

Was man von dem *Zellgewebe* und *Holze* der Gewächse, rein nach dem Tode betrachtet, in chemischer Hinsicht weiss, ist sehr wenig. Man hat die getrokneten Substanzen immer gleich der Einwirkung der Luft und des Feuers ausgesetzt, und deswegen bald Stoffe oder Producte erhalten, die man in der Holzfaser sicher nicht präexistirend annehmen kann. Sie werden weiter unten abgehandelt werden. Durch eine sorgfältige Absonderung von allen andern flüssigen oder festen Theilen mittelst des Auswaschens im Wasser stellte man jedoch die Pflanzenfaser reiner dar, und dann lässt sie sich durch conzentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure völlig zerstören.

Trommsdorf [11]) fand, dass die Pflanzenfaser mehrerer Schwämme aus nichts anderm als verhärtetem Pflanzeneiweiss bestand, doch glaubt er, dass dieses bey der des Holzes schwerlich der Fall seyn möchte. In der Oberhaut, zumal der Gräser, (wenigstens hat man sie hier am häufigsten gefunden) ist die Kieselerde vorhanden, doch denke ich mir dieselbe, wenn gleich *unthätig*, nicht ganz zum todten gehörig, so wenig, wie den phosphorsauren Kalk bey den Knochen [12]). Sie kann aber nicht als unmit-

[11]) S. I. B. Trommsdorf systematisches Handbuch der gesammten Chemie, zweyter Band, S. 597.

[12]) Vergl. *Expériences et observations sur la terre siliceuse entrant comme partie integrante dans l'épiderme de certains végétaux ou contenue dans quelques unes de leur parties p.* H. Davy im *Journal de phys.* T. VI. S. 202. ff. u. d. *Annales de Chimie*, *Tom. XXXI.* no. 93.

telbarer Bestandtheil, sondern nur als entfernterer, und so vielleicht endlich als Kohlenstoff aufgeführt werden.

27.

Da das *Mark* und der *Kork* ebenfalls ursprünglich aus Zellgewebe bestehen, so ist auch das oben davon angeführte auf sie anwendbar. Ersteres hat indess bisweilen eine mehlartige Absetzung in sich, die den grössten Theil desselben einnimmt, und ganz dieselben Bestandtheile enthält, die wir nachher bey der Stärke anführen werden. Indess ist das eigentliche Mark nur das Zellgewebe, welches diesen Stoff aufbewahrt.

Der *Kork* ist ein verdichtetes Zellgewebe, und von Fourcroy als eigenthümlicher Pflanzentheil, der gewöhnlich die Rinde constituirt, darum aufgeführt worden, weil er eine besondere Säure liefern soll. Von dieser kann erst unten bey den Producten geredet werden.

28.

Weit merkwürdiger, allein immer noch nicht genug untersucht, ist die Mischung des *Saftes*, wie er in der lebenden Pflanze vorkommt. Ohne Zweifel ist er der verschiedenartigsten Natur, wie ich schon oben bemerkte, und kann in chemischer Rücksicht nicht einmal gut unter eine allgemeine Charakteristik gebracht werden. Häufig ist er so spezifisch vom Gewächs ausgearbeitet, dass er nur auszutreten braucht, um mit geringer Verbindung des Sauerstoffes oder dergleichen, bestimmte Substanzen z. B. Balsame u. s. w. darzustellen. Anderemale ist

er gefärbt, und giebt die sogenannten natürlichen Pigmente ab. Ist er indess wasserhell, roherer Natur, und als einfache ungefärbte Flüssigkeit vorhanden, so zeigt er sich dem Wasser ähnlich, von schwachem, theils faden, theils etwas salzigen, scharfen, herben, zuckrigen oder stechend säuerlichen Geschmack. Er ist derjenige Theil des lebenden Gewächses, der ihm am leichtesten entrückt, und daher am ersten den chemischen äussern Einflüssen unterworfen werden kann. Durch die Verbindung mit den gasartigen oder andern in seinem Wasser befindlichen Stoffen wird er oft im lebenden Pflanzenorganismus zu einem besondern spezifischen Stoffe, (wovon gleich nachher ausführlicher) ausgebildet, leichter noch geht er in einen veränderten Zustand über, so wie er abgesondert dargestellt ist. Seine Kohlensäure entweicht gewöhnlich zuerst, mit Aufbrausen. Seine Farbe wird beym Zutritt des Sauerstoffgases geändert und dunkel, und oft nimmt er bald nach seiner Ausziehung aus dem Gewächse, eine weinigte, saure, oder andere Qualität an. Diejenigen nähern Stoffe, die man ziemlich rein in ihm unterschieden hat, sind folgende.

29.

Häufig findet sich in dem Safte der Gewächse, zum Theil sogar an die festen Theile abgesetzt, eine von den Chemikern ausgezeichnete Substanz, die im trockenen Zustande, *Gummi* genannt wird, im flüssigen und aufgelösten aber, in so weit sie sich im Safte befindet, den Namen *Schleim* erhält. Beydes ist einerley Stoff. Da er jedoch als Gummi verhärtet von manchen Pflanzen ausgeschwitzt wird, so kann er als

solcher erst in der zweyten Klasse aufgeführt werden. Der Schleim ist bekanntlich im Wasser, aber gar nicht im Alkohol löslich, und ertheilt ersterem eine gewisse Zähigkeit, ohne merklichem Geschmack. Man trifft ihn in allen Theilen der Pflanze an. Giebt er eine trübe Auflösung, so rührt diese von dem beygemischtem Pflanzeneiweiss her, wovon sogleich die Rede seyn wird.

30.

Die Annahme des *Pflanzeneiweisses* im Gewächsreiche verdanken wir Fourcroy [13]). Er erhielt es durch Auspressen des Saftes aus der frischen Kresse, dem Löffelkraute, und mehrern, und liess es dann nach Abklärung der Flüssigkeit im kochenden Wasser gerinnen. Es zeigte sich nicht vom thierischen Eiweisse verschieden. Es ist wahrscheinlich in allen grünen Säften der Gewächse vorhanden, und nicht weiter, als etwa vielleicht durch ein geringes Verhältniss von Kohlenstoff, von dem sogenannten *Extractivstoffe* verschieden [14]). Es bildet durch Verhärtung wohl größtentheils die feste Fasern und nimmt in den Saamen u. s. w. die veränderte Natur des Gluten oder Kleber an. Trommsdorf fand [15]) dass die so-

[13]) *Mémoire sur l'existence de la matière albumineuse dans les végétaux*, *par* Fourcroy in den *Annales de Chimie T. III. p.* 252. *ff.* und *Système de conoissances chimiques Tome VIII. p.* 83.

[14]) Vergl. Saussure S. 130.

[15]) A. a. Orte S. 302.

genannten holzigen Theile der meisten Schwämme sich ganz wie verhärtetes vegetabilisches Eyweiss verhielten, und sonach könnte man solche Schwämme wirklich unter die Sekretionen der Gewächse zählen, wozu sie sich auch von anderer Seite her qualifiziren möchten. Was von dem von HERMBSTAEDT und andern aufgeführten *Seifenstoffe*, oder der *Pflanzenseife*, die sich in der Wurzel der Saponaria, der Rhabarber und dem Safrane finden soll, zu halten sey, und ob sie wirklich von obigen verschieden gedacht werden könne, darüber fehlen bis jetzt noch weitere Untersuchungen.

31.

Wichtiger, und wegen seines grossen Nutzens schon näher bekannt, ist der in dem Safte der Gewächse oft sehr häufig enthaltene *Zucker*. Er wird hier mit aufgeführt, da er sich bisweilen ziemlich rein, gewöhnlich jedoch mit freier Säure verbunden in den Pflanzenkörpern vorfindet, und im letztern Falle durch Kunst ausgeschieden werden muss. Er steht seiner Natur nach nahe beym Pflanzenschleim oder Gummi, weshalb CRUIKSHANK auch vergleichende Versuche über beyde angestellt hat [16]). Der Zucker enthält nach ihm mehr Sauerstoff als der Gummi. Von dem genauen Verhältnisse seiner Urbe-

[16]) *Experiments and observations on the nature of sugar. By* W. CRUIKSHANK. — In NICHOLSON *Journal of nat. philos.* Vol. I. N. 8. S. 337. Der *Schleimzucker* scheint eine Verbindung aus Zucker und Gummi zu seyn, und zwischen beyden noch inne zu stehen.

standtheile lässt sich nichts ganz genaues angeben, zumal da er zum Theil im lebenden Gewächse, zum Theil nachher erst sich zu bilden scheint. Vielfach erzeugt er sich erst nach einem gewissen eingetretenen Zeitpunkte, wie z. B. im Saamen beym Keimen (Saus. S. 6.). Vom ausschwitzenden Zucker muss späterhin noch einmal geredet werden.

32.

Der Zucker lässt sich theils von selbst, theils durch Kunst in eine saure Gährung bringen, wodurch eine eigenthümliche Säure erhalten wird. Durch die Kunst ist man im Stande, bey mehr oder weniger Anwenden von Salpetersäure bald Sauerkleesäure, bald Aepfelsäure, bald Essigsäure aus ihm darzustellen. Man sieht daraus, dass diese Säuren unter einer allgemeinen Benennung füglich als blosse Abarten könnten aufgeführt werden, und da wir die *Sauerklee-* oder *Zuckersäure* am meisten durch die Natur bereitet und im lebenden Safte antreffen, so führen wir sie vorzugsweise hier auf.

Alle diese Säuren hat man jedoch, wenn sie in dem sich bewegenden Safte gefunden werden, nie ganz rein, sondern mit Kali, Kalk u. dergl. verbunden, als *Salze* angetroffen. Ob aber hier nicht wiederum schon Produkte statt Edukten im Spiele seyen, möchte schwer ausgemacht werden können.

33.

Eine andere hierher gehörige Säure, die *Gallus-* oder *Galläpfelsäure* zeichnet sich durch so bestimmte

Eigenschaften aus, dass sie besonders angeführt zu werden verdient. Sie zeigt sich zwar am häufigsten fertig gebildet in den (krankhaften) Galläpfeln, und müste darum unter die zweyte Abtheilung gestellt werden, da sie aber diesen nicht eigenthümlich, sondern andern Pflanzentheilen auch zukommt, so ist ihr Platz richtiger hier. Ihre Haupteigenschaft, wodurch sie sich von allen übrigen Säuren unterscheidet, ist ihre grosse Verwandtschaft zu den Metalloxyden. Scheele ist ihr Entdecker [17]). Sie enthält unter den Säuren den meisten Kohlenstoff, und steht der Holzsubstanz näher, wie auch ihr Sitz schon andeutet.

34.

Proust entdekte durch scharfsinnige Versuche [18]) dass auch noch ein anderer Stoff in den Substanzen, z. B. den Galläpfeln, welche die vorhergehende Säure liefern, enthalten sey, die er *Tannin*, *Gerbestoff*, oder *Principium adstringens*, *coriaceum*, nannte. Vor ihm hatte man diess nicht gewusst, und ihn mit der Galläpfelsäure für identisch gehalten, da beyde die Eigenschaft besitzen, mit Eisenoxyd schwarze Niederschläge zu bilden. Es ist diess derjenige Stoff, welcher vorzüglich dazu beyträgt, die thierischen Häute in Leder zu verwandeln, und der Fäulniss zu widerstehen. Er scheint ein ziemlich freier Kohlenstoff zu seyn [19]).

[17]) Ueber das wesentliche Galläpfelsalz v. Scheele. In v. Crells chemischen Annalen 1787. B. I. S. 3. ff.

[18]) Extrait d'un Mémoire de M. Proust sur le principe tannant. Annales de Chimie P. XXV. S. 225.

[19]) Steffens a. a. O. S. 45.

Chenevix hat ein neues im Kaffee vorhandenes Princip bekannt gemacht [20]). Er erhielt es durch Behandlung des rohen Kaffees mit Feuer, und *erzeugte* es daher erst, weswegen es auch weiter unten angeführt werden soll. Es hat indess viele Eigenschaften mit dem Tannin gemein, und seine Angabe, dass der *gebrannte* Kaffee, aber keineswegen der rohe, letzteren Stoff enthalte, giebt zu erkennen, dass beyde sich ziemlich verwandt seyn müssen, und dass es vielleicht eben sowohl im natürlichen Zustande vorkommt, wie umgekehrt der Gerbestoff durch Combustion erzeugt werden kann.

35.

Wir bringen die, ihrer Natur nach noch grösstentheils ununtersuchten *bitteren*, *scharfen*, *ätzenden* u. s. w. Säfte an diese Stelle, da sie unter die einzelnen nähern Bestandtheile des Saftes classifizirt, und bis auf weitere Untersuchung nicht besonders aufgezählt werden können.

36.

Das letzte Geschäft der Vegetation ist, in der Blüthe und Frucht das Individuum und die Gattung zu wiederholen. Die Metamorphose der Pflanzen zeigt, dass dieselben Theile, die das Blatt u. s. w. constituiren, auch zur Bildung der Blüthe und Frucht

[20]) Ueber ein besonderes vegetabilische Prinzip im Kaffee von Richard Chevenix. Aus Nichols. Journ. of nat. Phil. Jun. 1802. übers. in Voigts Magazin f. d. Naturkunde IV. B. 4. St. 1804.

benutzt werden. Man kann daher nicht mit Unrecht annehmen, dass der an der Spitze des vegetabilischen Organismus stehende *Saame* aus den vorher angezeigten Stoffen bereitet werden müsse; wohl zu unterscheiden ist jedoch die ihn umgebende Hülle; sie ist oft als ein mit ihrem Safte gleichsam schon abgesonderter selbstständiger Theil, und als eine Sekretion zu betrachten. Auch ist ihre Mischung vom unreifen bis zum reifen Zustande verschieden, und sie vergeht nach der Zeitigung, der Saft vertroknet oder fault.

Der Saame hingegen, mehr als Anfang einer neuen Vegetation, als im Fruchtkörper hier betrachtet, bleibt gegen die Einwirkung der Atmosphäre und des Lichtes im *Troknen* unverändert. Er erfodert den Zutritt des *Wassers*, und dann erst des Lichtes (der Wärme) und des Sauerstoffgases, um sich in seiner Mischung zu verändern, und zu *keimen*. Untersucht man sein Inneres vor dieser Veränderung, so unterscheidet man folgendes.

37.

Zwey Hauptbestandtheile des *Mehles*, der *Gluten* oder *Kleber*, und das *Satzmehl* oder die *Stärke*, ziehen unsere Aufmerksamkeit auf sich. Der Kleber findet sich in allen Theilen des Pflanzenreiches [21]), und am meisten im Weitzenmehle [22]). Er zeigt sich beym

[21]) Beccari in Commentat. Bonon. T. I. P. I. p. 123. Kesselmeyer Diss. de quorundam vegetabil. principio nutriente. Argentor. 1759. 8.

[22]) Man findet ihn bestimmt in dem vegetabilischen Gewebe, woraus Leinwand und Papier verfertigt werden.

Ausscheiden durch kaltes Wasser als eine zähe gelbgraue Materie, die beym Austroknen fest, hart, hornartig und braun wird, und sich im Wasser nicht weiter lösen lässt. Er verdankt seine Entstehung im Saamen wahrscheinlich dem Pflanzeneiweiss. Beccari und Kesselmeyer [23]) haben uns mit ihm bekannt gemacht.

38.

Das *Satzmehl*, *Kraftmehl* oder die *Stärke* steht in näherer Verwandtschaft mit dem Pflanzenschleime. Sie ist ein weisses Pulver ohne Geschmack und Geruch, bloss im heissen Wasser löslich, und in allen Pflanzentheilen, ausser den Blumen und Blättern, anzutreffen. Das isländische Moos besteht fast gänzlich daraus. In den Wurzeln kommt es häufig als *Salep*, in dem Marke der Cycaspalme als *Sago* und in den Saamen als eigentliches Stärkmehl vor. Die Kartoffelknollen liefern davon eine sehr grosse Menge. Häufig wickelt es die Pigmente, die scharfen, purgierenden und andere unbekanntere Stoffe ein, und hilft im Papier dessen Festigkeit erhalten.

39.

Was die übrigen Bestandtheile des Saamenkorns betrifft, so sind sie schon theils oben mit vorgekommen; dahin gehört z. B. das feste Zellgewebe, die

Beym Bleichen der letztern wird er zum Theil abgeschieden.

[23]) *Mémoire sur la partie glutineuse du froment, p.* Tessier in den Mém. de l' Instit. national T. I. S. 549.

holzige Schale, und eine Art Schleimzucker. Die bisweilen in ihm befindlichen *fetten* oder *ätherischen* Oele u. s. w. sind als Ausscheidungen zu betrachten, und gehören in die zweyte Abtheilung.

40.

Man sieht aus dieser allgemeinen Uebersicht, dass wir in unserer Kenntniss der unmittelbaren Bestandtheile des lebenden Gewächses noch sehr zurück sind. Die Trennung in spezifische Stoffe und ihre Anordnung ist oft noch der blossen Willkühr unterworfen, und auf keine ganz feste Grundsätze gebaut. Indessen kann man das, was hier gesagt worden, ziemlich als das reine Resultat der neuern Untersuchungen, und die aufgeführten Stoffe aus unserm bekannten Gesichtspunkte als natürlich, und im Pflanzenorganismus mehr oder weniger thätig betrachten. Ich wende mich jetzt zur zweyten Abtheilung.

41.

Die dunkele, aber von den ältesten Zeiten her in der Physiologie des Menschen und den übrigen Organismen besonders betrachtete Lehre von den Sekretionen ist noch lange nicht zu dem Grade von Klarheit gebracht, den sie dereinst, zum Nutzen für unsere Kenntnisse erhoffen darf. Die Produkte einzelner thätiger Systeme, in einem grössern eingeschlossen und von ihm abhängig, reitzen durch ihre Mannigfaltigkeit den Geist zu weiterem Nachdenken, und doch ist er bis jetzt meist fruchtlos von seinen Bemühungen, dieses Geheimniss von *eigenthümlichen* oder spezifischen Abscheidungen aufzuhellen, zurückgekommen. Der verschiedene Bau der zu ihrer Verfer-

tigung bestimmten Organe gab zwar leicht den Eintheilungsgrund beym menschlichen Körper her, doch mochte wohl diese Unterordnung des Produktes unter das Werkzeug der genauern Kenntniss manchmal geschadet haben. Im Pflanzenreiche zwingt uns unsere jetzige Kenntniss umgekehrt zu verfahren, wir wissen weniger von den Sekretionsorganen, und finden ihre Verschiedenheit nicht auffallend genug, um darnach zu unterscheiden. Wir halten uns daher an das Product, und lassen die besondere Betrachtung der — oft nur vermeintlichen — Werkzeuge bey Seite.

42.

Je einfacher die Natur zu Werke geht, je unmittelbarer noch das organische aus dem anorgischen hervorgerufen wird, desto mehr trägt auch alles davon abhängige noch den Stempel der Simplicität. Die Beschaffenheit der festen Theile des Gewächses liess uns eine ähnliche der flüssigen wahrnehmen, und nur durch Vergleichung der entgegengesetztesten Punkte, zu welchen eine nach besonderer Richtung fortgetriebene Bildung gelangt war, zeigt die Unterschiede auffallend genug. Die Betrachtung der vom Gewäche abgeschiedenen Substanzen läst uns dasselbe Gesetz wahrnehmen, die verschiedartigste Qualität kann zuletzt, je weiter unsere Kenntniss in der Chemie vordringt, auch auf einfache Stoffe zurückgebracht werden.

43.

Unsere Sinne belehren uns von manchen am Gewächse vorkommenden Substanzen, die sich theils an

besimmten, theils an zufälligen Stellen derselben zeigen, und keinen thätigen Einfluss mehr auf das Vegetationsgeschäft äussern, sondern von der Pflanze getrennt werden können, ohne dass sie dadurch in ihrem vegetabilischen Leben gestört wird, ja, die Natur scheint diese Wegnahme oft zu fodern, und ersetzt bald durch neues das verloren gegangene. Als Beispiele der ersteren Art führe ich nur die verschiedenen Nektarsäfte der Blumen, die von Bienen benutzt werden, von den andern das ausfliessende Harz an. Beyde sind, wie jederman weiss, nicht mehr zum Leben der Pflanze nothwendig, und dem Raube der äussern Potenzen überlassen.

44.

Auf diese höchst wichtige Unterscheidung der im Lebensprozess noch wirklich thätigen Substanzen von denen, die nunmehr unabhängig von ihm geworden, hat ein denkender Naturforscher vor einiger Zeit erst aufmerksam gemacht [24]. Wenn sich nun gleich ei-

[24]) Steffens Beyträge etc. S. 40. So sehr ich von der Wahrheit dieser Abtheilung überzeugt bin, so wenig kann ich mich entschliessen, einer andern zu folgen, bey welcher die festen Theile der Pflanzen, Splint, Holz, und die den Kiesel enthaltende Rinde, als abgestorben aufgeführt werden. Meine physiologischen Grundsätze streiten gegen die Annahme von etwas todtem in einem lebendigen Geschöpfe, was nicht absorbirt, oder wieder herausgeschafft werden sollte, und ich habe daher diese Klasse mit unter meine erste Abtheilung gebracht. Das wirklich abgestorbene Holz trägt auch ganz andere Merkmale, als ein noch frisches.

nige dieser Sekretionen auf den ersten Anblick als solche darstellen, so ist es bey andern doch schwerer, sie alsobald dafür zu erkennen, und man muss sehr genaue Prüfungen anstellen, ehe man bestimmt und richtig diese Klasse von jener unterscheiden kann. Die Folge wird daher noch manches aufklären und bestätigen, was jetzt bisweilen gewagt scheinen möchte.

45.

Wir sehen, dass bey einer vollkommenen Ausarbeitung des rohen Saftes derselbe oftmals eine angenehm süsse Beschaffenheit annahm, und alsdann den wirklichen Zucker aus sich gewinnen liess; bey einer grossen, man möchte sagen, bey den meisten Gewächsen dringt dieser Saft, fast rein zuckerartig, bis in den Boden der Blume heraus, und bleibt dann abgeschieden, bald als Tröpfchen, bald als wahrhaft klebriger Zucker hängen. Er heisst gewöhnlich *Nektar* oder auch *Honigsaft.* Bisweilen schmeckt man nichts von seiner Süssigkeit, doch ist zu vermuthen, dass er auch schon diesen Zustand, nur schwach, besitze, und dass ihn nicht die Bienen erst darein versetzen. Der Honig geht im Alter in wahren Zucker über, wie es scheint durch die Berührung mit dem Sauerstoffgas. Man weiss aber, dass der Zucker ein mit mehrerem Sauerstoffe versehenes Gummi ist. Schwitzt ein solcher zuckerartiger Saft unmittelbar aus dem Stamme heraus, und oxydirt sich noch etwas mehr, so haben wir dann die unter dem Namen *Manna* bekannte Substanz, die vorzüglich von Fraxinus rotundifolia gewonnen wird.

46.

Bey manchen Familien des Pflanzenreiches ist eine Einrichtung zur Bildung der Frucht getroffen, die bey andern, zumal den Monocotyledonen, weit seltener gefunden wird. Das um das Samenkorn herum befindliche Zellgewebe nimmt nemlich oft einen sehr grossen Umfang ein, bildet ein Fleisch, und ist dann mehrentheils mit vielem Safte versehen, wo es im gemeinen Leben den Namen Frucht erhält, in der Kunstsprache *Pericarpium* genannt wird. Die Familien der Stein-, Kern-, Kürbis- oder Beerenfrüchte gehören hierher. Die Perikarpien, zu einem gewissen Zustande von Vollkommenheit gelangt, fangen an, sich unabhängiger zu verhalten, und gehen wie es scheint, blos durch Einwirkung von Licht und Atmosphäre, allmählig in einen veränderten Zustand von dem unreifen in den reifen und überreifen über. Bemerkenswerth ist, dass dieser Einfluss des Lichtes und der Atmosphäre gar nicht auf das trokne Saamenkorn statt findet, dahingegen das Wasser den Früchten nicht schadet, wohl aber die Saamen zur Veränderung zwingt. Die Früchte sind dann gewöhnlich durch ihren holzigen Stiel mit ihrem Muttergewächse nur noch mechanisch verbunden, und ihre Säfte können als wahrhaft abgesondert von ihm angesehen werden.

47.

Die Reihe, nach der wir die in diesen Perikarpien enthaltenen Säfte aufführen, lässt sich wohl am besten nach den Graden der Gährung bestimmen. Zuerst der *süsse* Zustand des Saftes, dann der *weinigte*, und endlich der *saure*; der faulige tritt erst

ein, wenn wir das dem Tode sich nähernde Vegetabil in anderer Rücksicht (siehe die vierte Klasse) betrachten.

48.

So wie der noch rohe gummigte Saft schon im Nektar eine mehr zuckerartige Beschaffenheit anzunehmen vermochte, kann er diese auch, von einer Fruchthülle umgeben, bey vollem Einflusse der Atmosphäre erlangen. Er zeigt sich von der noch ziemlich lymphatischen Beschaffenheit einer Melone an, in allen Abstufungen, bis zur wahrhaft süssen in der Weintraube, und wird hier, durch Sauersoff und Wärme ausgebildet, oft zu wirklichen *Zuckerkörnern* eingetrocknet [25]). Feigen, Datteln, und eine grosse Menge anderer Südfrüchte sind hinlängliche Beyspiele.

Weiter sich selbst überlassen, nimmt der Saft bey manchen von grösserm Umfange und, wie mir scheint, immer schöner sich von aussen darstellenden Früchten, eine wahrhaft *weinartige* Beschaffenheit an. Ich finde in den mir bekannten Schriften nichts, was auf diese Beschaffenheit der Säfte Bezug hätte, und kann daher keine von andern untersuchten Beyspiele aufführen. Es scheint mir indess sehr wahrscheinlich, dass reife Ananas, Limonien, und andere süsse Früchte südlicher Himmelstriche eine wahrhaft weinartige Beschaffenheit besitzen, und vielleicht gar einen reinen Alkohol zu liefern vermöchten.

[25]) Man findet solche Zuckerkörner häufig in den kostbaren spanischen grossen Rosinen.

49.

Ich zähle unter die in den reifenden Früchten vorkommenden Säuren fünfe. Die *Weinsteinsäure, Zitronensäure, Aepfelsäure, Sauerkleesäure* und *Benzoesäure*. Von der erstern und der Gallussäure habe ich schon vorher gesprochen, da sie sich am häufigsten in der lebenden ganzen Pflanze vorfanden. Ich zähle die eine nebst den übrigen vieren hierher, weil sie hauptsächlich in den Früchten, und hier am reinsten angetroffen worden sind.

a. Die *Weinsteinsäure*, welche sich in verschiedenen Früchten, (z. B. Rhus Coriaria) theils frey, in Tamarindus indica nach Remmler, theils mit andern Säuren gemischt[26]) befindet, wird vorzüglich aus dem Weinsteine, einer übersättigen Verbindung dieser Säure mit Kali, gewonnen. Sie ist eine sehr starke Säure, und schiesst, auf zweierley Art, in schöne Crystallen an.

b. Die ihr sehr ähnliche *Zitronensäure* findet sich nicht bloss in den Früchten, wovon sie den Namen erhalten, sondern sie macht auch nach Scheele gänzlich den Saft der unreifen Weinbeeren aus, und findet sich

[25]) Ich wiederhole hier ein für allemal, dass uns die neueste Chemie von dem schwankenden Zustande dieser Säuren, und dem leichten Uebergange der einen in die andere belehrt hat. Ich wage daher die Vermuthung, dass die vorgefundene Mischung verschiedener Säuren in einer Frucht wohl vom Verfahren des Untersuchers mit abhängen könne.

in den meisten Früchten der kleinen Waldbeeren-Sträucher, (Vaccinium Myrtillus, vitis Idaea, Rubus, Fragaria, Ribes Grossularia etc. etc.), wiewohl sehr selten allein, sondern gewöhnlich mit Aepfelsäure vermischt. Sie lässt sich in schönen Crystallen darstellen.

c. Die *Aepfelsäure*, mit der vorstehenden nach Versicherung der Chemiker am öftersten verbunden, ist am häufigsten und reinsten von Scheele zuerst in den Aepfeln gefunden, und daher also benannt worden. Sie findet sich ausserdem aber noch in Berberis vulgaris, Sambucus nigra, Prunus spinosa und domestica, Sorbus Aucuparia etc. Ihre auszeichnenden Eigenschaften sind, dass sie sich nie crystallisirt darstellen lässt, sondern immer klebrig, wie ein dicker Syrup bleibt; durch das Feuer und die starken Säuren wird sie zerstört. Den Kohlenstoff enthält sie in grosser Menge.

d. Die Existenz der freien *Benzoesäure* in den Gewächsen ist noch nicht so genau bewiesen, als bey den vorhergehenden. Sie findet sich in den Balsamen (und Harzen) Styrax Benzoin etc. der Zimmtrinde, und, wie Vauquelin und Fourcroy vermuthen [27]) in den Gräsern, zumal dem Anthoxanthum odoratum. Ihr Geruch, ihre Flüchtigkeit, Entzündbarkeit und Verbrennlichkeit u. s. w. haben ihr zu Charakteren gedient. Sie schiesst in feinen Nadeln zu Krystallen an.

[27]) Systême de connoissance chimiques T. VIII. p. 187.]

e. Die *Sauerkleesäure* muss ich hier abermals anführen, weil sie bisweilen als eine wahre Ausscheidung vorkommt. Dieser Fall ist am ausgezeichnetesten bey den Kichern, Cicer arietinum, welche durch ihre Haare eine reine Sauerkleesäure ausschwitzen, von Deyeux beobachtet worden. Steffens [28]) nimmt an, dass alle Sauerkleesäure durch Drüsen oder ähnliche, wiewohl nur noch unbemerkbare Organe ausgeschieden werde, ich kann aber diese Behauptung jetzt ohne weitere Prüfung noch nicht annehmen.

Guyton [29]) leitet die rothe Farbe mancher Früchte von einer anfangenden Oxydation her. Gewiss kann man alle Veränderungen des Saftes bey der immer vorschreitenden Reife von diesen Einwirkungen des Lichtes, der Wärme und — des atmosphärischen Sauerstoffgases herleiten. Ob das Wasser eine wichtige Rolle von aussen her spiele, glaube ich bestimmt nicht annehmen zu müssen. Unser Verfasser hat leider zu wenig Versuche in dieser Rücksicht angestellt. Das was er im zehnten Paragraphen des dritten Capitels vorgebracht hat (Siehe S. 119.) bezieht sich nicht auf unsere gegenwärtigen Betrachtungen.

50.

Die Chemiker geben an, dass sich diese Säuren meistentheils mit alkalischen Basen zu Salzen verbunden im Gewächse vorfinden. Trommsdorf hat

28) A. a. O. S. 43.

29) Décade philosophique an VI. no. 11. p. 70.

deren siebzehn angegeben [30]) ohne jedoch allemal genauer anzuzeigen, wo sie sich wirklich vorgefunden haben. Wir können daher, da uns kein Werk weiter zur Hand ist, worinnen dieser Gegenstand ausführlicher abgehandelt wäre, bloss die unbezweifelt vorgefundenen hier bemerken. Diess sind aber gerade solche, deren einer Besandtheil das *Kali* ist, und die um deswillen in die folgende Klasse gehören müssen. Ein gleiches gilt vom *essigsauren* und *äpfelsauren Kalk*, von denen man Beyspiele haben will, dass sie sich im Safte des lebenden Gewächses gezeigt. Vom *Natrum* siehe den nächsten Paragraphen.

51.

Die Salze machen den schicklichsten Uebergang von den Säuren zu den erdigen und andern Substan-

[30]) Systemat. Handb. d. gesammten Chemie IIr Th. S. 595. Die Ungewissheit, in welcher man über die Klasse bleibt, wohin man diese Salze zu setzen hat, wenn man nicht immer wissen kann, welche Verfahrungsart sie zum Vorschein gebracht hat, nöthigt mich, sie hier nur dem Namen nach, der Vollständigkeit wegen anzuführen. Es fehlen immer noch mehrere, die SAUSSURE, wie man weiss, erst aus der Asche gewann. TR. zählt folgende: a. *Schwefelsaures Kali*, b. *Salpetersaures Kali*, c. *Essigsaures Kali*, d. *Essigsaurer Kalk*, e. *Essigsaures Ammoniak*, f. *Saures sauerkleesaures Kali*, g. *Sauerkleesaures Kalk*, h. *Sauerkleesaures Ammoniak*, i. *Aepfelsaurer Kalk*, k. *Zitronensaures Kali*, l. *Zitronensaurer Kalk*, m. *Zitronensaures Ammoniak*, n. *Saures weinsteinsaures Kaii*, o. *Weinsteinsaurer Kalk*, p. *Weinsteinsaures Ammoniak*, q. *Salzsaures Kali*, r. *Salzsaures Ammoniak*.

zen, die in den Zwischenräumen des Zellgewebes oder anderer Hölen abgesezt werden. Man unterscheidet diese Substanzen in solche, welche vor der Assimilation vorhanden, und meiner Meynung nach, wenigstens bey den Strand- und Sumpfgewächsen, wo sie vorkommen, ziemlich mechanisch eingesogen worden. Hierher gehören die mit Kalk getränkten Moose Hypnum crista castrensis, Neckera dendroides, und Chara vulgaris, welche v. HUMBOLDT chemisch zerlegte [31]), und die das *Natrum* oder *Soda* enthaltenden Pflanzen an Seeufern. Wie weit dieses aber geht, und ob man sich nicht im leztern Falle auch oft das Natrum bereitet habe, wage ich jetzt nicht auszumitteln. Die zweyte Abtheilung begreift aber diejenigen concreten Stoffe, welche als Producte des vegetativen Prozesses, in manchen Gewächsen vorgefunden werden.

Der merkwürdigsten unter diesen ist der *vegetabilische Hydrophan* oder *Tabasheer* aus Ostindien, den man im Bambusrohre in kleinen Stückchen von theils undurchsichtiger blauer, theils milchweisser Farbe, an den Kanten durchscheinend, antrifft. Es hat dieses merkwürdige Produkt ganz die Eigenschaft des *Weltauges* (zerwitterten Opals), das Wasser einzusaugen, ganz durchscheinend zu werden, und in bunten opalisirenden Farben zu spielen. HUMBOLDT hat seinen frühern Nachrichten zufolge, eine neue Gattung aus Westindien mitgebracht, die von MACIE analysirt worden ist, und sich in den Knoten einer gigantischen

[31]) v. HUMBOLDT Aphorismen aus der chemischen Physiogie der Pflanzen. S. 105.

Grasart, deren Blüthe aber von SCHREBERS Bambusa verschieden seyn soll, findet. Der Tabasheer besteht fast gänzlich aus Kieselerde.

Eine andere, nicht minder merkwürdige Erscheinung sind die gediegenen Eisenkörner in den Erdbeeren, die ein unbekannter Naturfreund auf einem Landgute ohnweit St. Petersburg, wo er dergleichen speiste, fand [12]. Er überzeugte sich völlig davon, und erfuhr auch, dass man schon oft dieselben in den Erdbeeren dieser Gegend gefunden habe. Angegeben ist indess nicht, ob der Boden, wo dieselben wuchsen, dergleichen Körner gehabt habe oder nicht.

Ausserdem zeigen sich noch manchmal Ueberzüge und dergleichen an den Gewächsen, die man als ausgeschieden betrachten kann. *Schwefel* u. a. die man angetroffen haben will, sind noch problematisch. Die eigentlichen nun folgenden Excretionen, gewöhnlich kohlenstoffhaltiger, verbrennlicher Natur, kennen wir genauer.

52.

Im neun und zwanzigsten Paragraphen ward erwähnt, dass Schleim und *Gummi* gar nicht verschieden seyen. Da man indess den von den Gewächsen ausgeschwitzten troknen Schleim eigentlich mit dem letztern Namen belegt, so müssen wir hier seiner noch einmal, und in anderer Rücksicht, Erwähnung thun.

[12]) Siehe das Ausführliche hierüber im Journal de physique Nov. 1783.

Unter den eigentlich gummigten Ausflüssen ist das sogenannte *Gummi arabicum*, welches aus zwey Pflanzen, Mimosa nilotica und M. Senegal austropft, das berühmteste. Der Hauptunterschied als Gummi von den nachher folgenden ihm äusserlich ähnlichen Harzen, ist die vollkommene Auflöslichkeit im Wasser, und Unauflöslichkeit im Alkohol. Aehnliches gewinnt man vom Tragant, Astragalus Tragacantha, den Kirschbäumen, Mandel- und Aprikosenbäumen, u. w. s.

53.

Zwischen dem Gummi und den Harzen stehen die *Gummiharze* mitten inne. Sie sind aus beyden gemischt, und daher am besten in Wein auflöslich. Am häufigsten trifft man sie in den Wurzeln und dem Stamme, fast nie in den Blüthen, Früchten oder Saamen an. Sie sind verbrennlich, und fliessen, wie man behauptet, nie freywillig aus den Bäumen heraus. Es giebt hrer eine grosse, vorzüglich in der Arzeneymittellehre aufgezählte Menge. Unter die vorzüglichsten aus Wurzeln gehören: a. *Skammoneum*, aus Convolvulus Scammonia; b. *Asa foetida* aus Ferula Asa foetida. Aus dem Gewächse selbst: c. *Gummi Guttae* von Gambogia Gutta oder Guttaefer avera etc.; d. *Guajak* von Guajacum officinale; e. *Euphorbiengummi* von Euphorbia officinalis; f. *Galbanum* von Bubon Galbanum, und *Weihrauch* oder *Olibanum* von Juniperus Lycia und thurifera. Mehrere sehr wichtige sind noch ihrem Ursprunge nach unbekannt, und es ist hinlänglich als Beyspiele dieser letztern

Art, das *Ammoniakgummi, Gummi Kino, Myrrhen, Sagapenum, Kikekunemalo* u. s. w. anführen [33]).

54.

Dreyerley wichtige, unter den nähern Bestandtheilen der Gewächse immer besonders aufgeführte Substanzen sind nur verschiedene Zustände desselben Stoffes. Das *Harz* ist ein verdikter Balsam, und der Balsam ein verdicktes *ätherisches Oel.* Fourcroy glaubt, dass sich ätherisches Oel in Harz verwandele, indem es bey Berührung der Luft grösstentheils Wasserstoff verliere, und, wiewohl weniger, Sauerstoff einsauge. Seine andere Behauptung, dass jeder Balsam aus ätherischem Oele, das theils Harz, theils Säure (Benzoesäure) geworden sey, bestehe, ist von Trommsdorf [34]) bestritten worden, weil man letztern weder im Terpentin, noch im Kopaivabalsam finde. Diese beyden Stoffe setzt aber auch Fourcroy unter die Harze.

Das ätherische Oel ist eine flüchtige, schon beym Siedpunkt des Wassers verdampfende, riechende Flüssigkeit, die leicht angezündet werden kann, und mit heller Flamme brennt. Der Balsam unterscheidet sich davon durch die bey sich habende Säure, durch eine mehrere Consistenz, so dass er nur schwer und langsam fliesst, und durch das leichtere Eintroknen zu Harz. Dieses letztere ist meist ganz fest, brüchig, glänzend, von etwas Geruch und Geschmack, und

33) Mehreres hierüber und die verwandten Substanzen findet man in F. Arnemann Arzneymittelkunde Gött. 1797. S. 235. u. folg.

34) A. a. Orte S. 477.

schmilzt bey gelinder Wärme. Alle drey lösen sich leicht im Alkohol, aber nicht im Wasser auf. Fourcroy zählt folgende 13 Arten, wovon manche noch anfangs flüssig erscheinen, und für Balsame gehalten werden, aber nach seiner Bestimmung wahre Harze sind, und hierher gehören.

a. Das kostbare Harz, *Mekkabalsam* genannt, von Amyris gileadensis und Opobalsamum [15]). Es hat einen starken Zitronengeruch. *b. Kopaivaharz* von Copaifera officinalis. *c.* Der seltne *cyprische* oder *Chio-Terpentin*, der eigentliche dieses Namens von Pistacia Terebinthus. Von angenehmen Geschmack. *d. venetianischer Terpentin* von Pinus Larix. *e.* Das *burgundische* oder *weisse Pech* aus Pinus Abies. Man bereitet daraus das Colophonium oder *Geigenharz*. *f.* Der *strasburger Terpentin* aus Pinus Picea. (Fourcroy hat diese beyden irrig mit einander verwechselt T. VIII. S 24.) *g.* Der *gemeine Terpentin* von Pinus sylvestris; die schlechteste Sorte. Hiervon kommt das schwarze *gemeine Pech* nebst dem Theer. *h.* Das *Tacamahakharz* aus Populus balsamifera. (Jussieu leitet es von *Fagara octandra* her,) das *Elemiharz* aus Amyris elemifera, und das *Gummi anime* von Hymenaea Courbaril L. *i. Mastix* von Pistacia Lentiscus. *k. Sandarak* von Thuja articulata Vahl.

[15]) Gleditsch Act. Societ. Natur. scrutat. Berol. III. p. 127 nennt letztern Strauch Balsamea meccanensis. Alle drey sind vielleicht einerley Gattung.

Uebrigens findet sich in den meisten Amyris Gattungen ein ähnliches Harz in ausgezeichneter Menge.

In Afrika heisst dieses Harz *Elgrassa* [36]) bey den Eingebohrnen. *l.* das *Guajak.* Wir haben dieses unter den Gummiharzen mit angeführt, wohin es auch eigentlich gehört. *m. Ladanumharz* aus Cistus creticus, und *n. Drachenblut* aus Dracaena Draco [37]).

Ausser diesen giebt es noch eine grosse Menge, die theils wegen ihrer Unbedeutenheit, theils, weil ihr Ursprung noch ungewiss ist, übergangen werden können.

Die natürlichen *Balsame* oder flüssigen Harze sind nun, nach Bucquet und Fourcroy's Bestimmung, diejenigen Substanzen, welche aus Harz und einer Säure, die beständig Benzoesäure ist, bestehen. Sie werden aus ätherischen Oelen, die daher eine säurefähige Grundlage haben müssen, gebildet. Man kann dieser Bestimmung so lange gern beypflichten, als sie doch wenigstens eine feste Gränze zwischen diesen und den vorhergehenden Stoffen setzt, da man bisher bloss unbestimmte Merkmale, von mehr oder weniger Flüssigkeit, Geruch u. s. w. angab. Die von Fourcroy aufgezählten, als die wichtigsten, sind folgende:

a. Benzoe. Man hat von ihm zwey Sorten. Es kommt von dem Baume Styrax Benzoin nach

36) Vergl. Schousboe über den wahren Ursprung des arabischen Gummi und des unter dem Namen Sandarak bekannten Harzes in Nichols. *Journ. of nat. phil. for* 1800. Uebers. in Voigts neuem Magazin III. B. 1801. S. 383.

37) Soll auch noch von Pterocarpus Draco, der Frucht von Calamus Rotang, Dracaena yuccaeformis u. a. kommen.

Dryander. Murray bezweifelt diess, giebt aber an, dass die Rinde und das Holz desselben beym Verbrennen einen Benzoegeruch verbreite. *b.* Der *Tolubalsam* von Toluifera Balsamum L. Auf den Honduras oder Tolu-inseln des mittägigen Amerika. *c.* Der *peruvianische Balsam* von Myroxylon peruiferum. Die weisse Sorte ist sehr selten. *d.* Der *Storax* von Liquidamber styraciflua. *e.* Fourcroy nimmt noch einen *Vanille-* und einen *Zimmtbalsam* an, weil man aus diesen beyden Gewächsen durch schickliche Behandlung ebenfalls ein mit Benzoesäure verbundenes Harz ziehen kann. Es giebt übrigens noch mehrere Sorten als die hier angeführten.

Die *ätherischen* oder sogenannten *wesentlichen* Oele sind durch ihre Eigenschaften gänzlich von den fixen oder fetten, die wir nachher betrachten, verschieden. Sie verdampfen bey einer gelinden Hitze völlig, lösen sich im Alkohol auf, haben einen starken durchdringenden Geruch, einen lebhaften Geschmack, und kommen in allen Theilen des Gewächses, nur nicht im Mehle des Saamens vor. Die aus Saamen gewonnenen waren sämmtlich nur in der Schaale desselben vorhanden. Sie brennen sehr leicht, ihre Farbe und Qualität ist verschieden.

Man kennt ihrer eine sehr grosse Menge, beynahe so viele, als Pflanzen, an denen man es äusserlich errathen kann, dass sie dergleichen besitzen. In der Arzneymittellehre sind sie am vollständigsten zu finden. Hier sind die Namen der Gewächse, die die vorzüglichsten liefern.

A. Aus den Wurzeln. *a.* Valeriana officinalis. *b.* Geum urbanum (*Caryophyllata*). *c.* Lau-

rus Sassafras. *d.* Amomum Zingiber etc. *B.* Aus dem Holze: *e.* Das Terpentinöl aus verschiedenen Pinus-Gattungen. *f.* Santalum album (Sirium myrtifolium). *g.* Convolvulus scoparius oder Genista canariensis. (*Lignum rhodium*?) etc. *C.* Aus der Rinde: *h.* Laurus Cinnamomum. *i.* Laurus Cassia (nach THUNBERG eine blosse Varietät des vorhergehenden Baumes). Von beyden Rinden gewinnt man das *Zimmtöl.* *k.* Laurus Culilawan. u. s. w. *D.* Aus den Blättern und grünen Theilen. Hierher gehört fast die ganze Familie der Quirlblumen (*Verticillatae*, *Bilabiatae*) nebst einem grossen Theile von Gewächsen aus der *Polygamia superflua* der XIXten Classe des LINNE'. Nur einige der wichtigsten: *l.* Matricaria Parthenium. *m.* Matricaria Chamomilla. *n.* Tanacetum vulgare. *o.* Achillea Millefolium. *p.* Artemisia Absinthium. *q.* Hyssopus officinalis. *r.* Lavandula Spica. *s.* Mentha cervina, crispa, Pulegium etc. Mentha Piperita. *t.* Origanum Majorana. *u.* Melissa officinalis. *v.* Rosmarinus officinalis. *w.* Prunus Laurocerasus. Dieses Oel ist schwerer als Wasser. *x.* Ruta graveolens. *y.* Hypericum perforatum. *z.* Juniperus Sabina. *aa.* Melaleuca Leucadendron, welcher das *Cajeputöl* liefert etc. [38]). *E.* Aus Blüthen: *bb.* Citrus medica und Aurantium.

38) Eben so liefern desgleichen die Blätter von Scandix Cerefolium, Anethum graveolens, Foeniculum u. s. w. wobey aber die Saamen auch mit benutzt werden.

cc. Robinia pseudo-Acacia. *dd.* Jasminum officinale und Sambac. *ee.* Anthemis nobilis. *ff* Rosa centifolia. *gg.* Crocus sativus (die Narbe) etc. *F.* Aus den Früchten und Saamenhüllen. Hier zeichnen sich vorzüglich die Doldengewächse oder Schirmpflanzen aus. *hh.* Scandix Cerefolium. *ii.* Anethum Foeniculum. *kk.* Anethum graveolens. *ll.* Carum Carvi. *mm.* Pimpinella Anisum. *nn.* Apium Petroselinum. *oo.* Juniperus communis. *pp.* Caryophyllus aromaticus (die Blüthe mit dem unreifen Pericarpium liefert das Oel.) *qq.* Citrus medica und Aurantium (die Schale der Frucht). *rr.* Epidendrum Vanilla (die Schote). *ss.* Myristica aromatica Swartz. (M. moschata Thunberg, officinalis Linn.) Hier wird es aus der Saamendecke Arillus, mit fettem Oele verbunden gewonnen. *tt.* Amomum Cardamomum. *uu.* Piper Cubeba. *vv.* Piper nigrum. Dieses Oel besitzt die brennende Schärfe des Saamens nicht.

Es würde überflüssig seyn, dieses lange Verzeichniss noch weiter zu vermehren. Man ersieht daraus hinlänglich, wie häufig dergleichen Oele in den Gewächsen abgeschieden werden, (denn oft bemerkt man mit blossen Augen die Drüschen, die es enthalten) und wie nutzbar sie den Menschen sind, da sie so vielfach zu gewinnen gesucht werden.

Die ätherischen Oele vermischen sich mit fetten Oelen, mit Harz, Balsamen, Kahutschuk, Alkohol und auch zum Theil mit Wasser. Das Oel aus Pomeranzen-, Lilien-, Violen- und Jasminblumen

gehört in die letztere Abtheilung. Im Alter werden sie oft dick, trocknen zu Harz ein, oder zeigen sich mit einer Säure verbunden, als Balsam. Sie scheinen aus Wasser und Kohlenstoff zu bestehen [39]).

Boerhaave [40]) leitete den Geruch dieser Oele und aller gewürzhaften Pflanzen von einem eigenen *Spiritus rector* ab, den die spätern französischen Chemiker noch *Arome* nannten. Seine Existenz ist längst verworfen, und vorzüglich von Fourcroy vernichtet worden [41]). Er ist nichts weiter als ein höherer Zustand von ätherischem Oel.

55.

Schon vor langer Zeit bemerkten die Chemiker, dass sich in alten ätherischen Oelen eine trockne Substanz abschied, die man bey genauerer Untersuchung für *Kampher* erkannte. Man hatte bisher den *Kampher* für ein eigenthümliches Produkt des Kampherbaumes, Laurus Camphora gehalten, doch bald nach dieser Entdeckung fanden andere Scheidekünstler, dass er sich auch in mehrern, ätherisches Oel enthaltenden Gewächsen finde, und jezt zählt man unter die wichtigsten dieser Art folgende: *a.* Laurus Cinnamomum. *b.* Aristolochia Serpentaria, (in der Wurzel). *c.* Maranta Galanga, ebenfalls in der frischen Wurzel. *d.* Kämpferia rotunda. *e.* Amomum Zingiber. *f.* Amomum Zedoaria. *g.* Va-

39) Vergl. Steffens Beyträge S. 70. u. f.

40) Element. Chemiae T. II. S. 114.

41) Vergl. Annales de Chimie T. XXVI. S. 232.

leriana officinalis. *h.* Acorus Calamus. *i.* Asarum europaeum. *k.* Anemone Pulsatilla. Ferner *l.* Juniperus communis. Die Saamen von Amomum Cardamomum. *m.* Salvia officinalis. *n.* Origanum Majorana. *o* Hyssopus officinalis. *p.* Rosmarinus officinalis. *q.* Lavandula Spica und *r.* Lavandula Stoechas, *s.* Mentha piperita.

Der Kampher wird indess im Grossen immer noch bloss aus dem Kampherbaume gewonnen. Er zeigt sich als eine bläulichweisse feste Substanz von bekanntem Geruch u. s. w. Die Kunst kann mit ihm eine Säure darstellen, deren weiter unten gedacht werden soll.

56.

Die *fixen* oder sogenanten *fetten Oele* mit dem *Pflanzentalg*, stehen, wenn gleich von den ätherischen Oelen in vielen Eigenschaften verschieden, doch mit ihnen in einerley Reihe. Sie werden bloss aus dem Saamen, und den Kernstücken derselben gewonnen, und scheinen mit dem Pflanzenschleim in gewissem Grade verwandt zu seyn. Sie sind milde von Geschmack und flüssig, bloss einige, die man daher auch *Talg* oder *Pflanzenbutter* genannt hat, haben bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre eine feste Consistenz. Unter die letztern gehört die aus den Cacaobohnen gepresste Butter, die der Kokosnuss, und die von dem *Butterbaume* in Afrika [42]). Mehr wachs-

[42]) *Shea-toulou.* MUNGO PARK *Travels in the interior districts of Africa. London* 1799. 4. p. 224 et 351. Tab. V.

ähnlich zeigt sich der Stoff in Croton sebiferum (Sapium sebiferum JACQUIN, JUSSIEU) Tomex sebifera (Sebifera glutinosa LOUREIRO, *Fl. cochinchinens.* 783.) und Myrica cerifera [43]). Die fetten Oele der *Lorbeeren*, *Muskatennüsse* und das *Oleum Palmae* aus dem Saamen einer unbekannten Palmenart in Ostindien kommen auch in dieser festen butterartigen Consistenz vor, und machen den Uebergang zum Pflanzentalg und der wachsähnlichen Butter. Endlich hat man auch bemerkt, dass die Erle, Pappel u. dergl. beym Auskochen eine solche Substanz geliefert haben, und der feine Beschlag auf den Pflaumen und andern Steinfrüchten ist nach PROUSTS neuesten Untersuchungen nichts anders als *Wachs*.

57.

Eigentlich fertiges Wachs ist wohl nicht ganz mit Recht im Pflanzenreiche anzunehmen, es muss gewiss

Herr Hofr. BLUMENBACH sagt in einer Note zu einem Briefe an den Herrn Oberhofmeister von ZACH (*Allgem. geogr. Ephemeriden Junius* 1798. *S.* 704.), worin er ihm die ersten Nachrichten von diesem Reisenden mittheilt, er vermuthe, dass dieses die schon von ältern Reisenden beschriebene *Bambuc-tulu* (*Tulu* heisst Butter) sey, wovon die beste Sorte aus *Guiaora*, 200 Meilen weit östlich von *Galama* kommt, und nach deren Angabe der ganze Butterbaum gleichsam wie mit Fett durchzogen seyn soll.

[43]) Es sind die steinigten Körner der Früchte dieses Baumes, welche mit diesem Wachse überzogen sind, und es durch Kochen leicht abscheiden lassen. AITON unterscheidet diesen Baum, der in *Pensylvanien*, *Carolina* und *Virginien*, zu Hause ist, in zwey Arten. Myrica cer. angustifolia und Myr. cer. latifolia.

jederzeit in der Art, wie wir es kennen, erst von den Bienen, oder durch menschliche Kunst vollendet werden. Da es indess das für die fetten Oele, was das Harz für die ätherischen ist, und auch beynahe fertig in den obengenannten Gewächsen angetroffen wird, so hat man es bisher immer unter den Bestandtheilen der Vegetabilien mit aufgeführt. Das in dem Pollen der Blüthen enthaltene Oel scheint es am nächsten ausgearbeitet zu besitzen. Man behauptet, dass das Wachs ein mehr oxydirtes fettes Oel sey; demohngeachtet bestimmt man nicht ganz genau, ob dieser veränderte Zustand von einem Einsaugen des Sauerstoffes, oder vielmehr von einem Verluste des Kohlen- und Wasserstoffes des Oeles komme. Dass sich das fixe Oel theils in Wachs verwandelt, theils aber ohne diess zu thun, ranzicht wird, zeigt doch verschiedene Prozesse und Mischungen an. Brugnatelli (in den *Annali de Chimica*) hat hierüber sehr schöne und scharfsinnige Versuche angestellt, nennt aber das Ranzichtwerden des Oeles ein Oxygeniren, und das Wachswerden ein *Thermoxygeniren*, welcher letztere Ausdruck uns nicht viel weiter bringt.

58.

Wir finden noch eine Substanz, welche von den Chemikern als näherer Bestandtheil der Gewächse aufgeführt worden ist, das *Federharz*, *elastische Harz*, oder *Kahutschuk*. Es ist sehr deutlich zu sehen, dass es erst im Zustande der Ausscheidung die Eigenschaften, die wir an ihm finden, annimmt, weil es im lebenden Gewächse nur eine milchähnliche Flüssig-

keit [44]) bildet. Die Pflanzen, von denen es kommt, sind folgende:

a. Hevea guianensis Aublet. (Jatropha elastica). In Südamerika. Sie wurde zuerst durch De la condamine im Jahr 1736 näher bekannt, der sie in den Waldungen der Provinz *Esmaraldas* fand, und das Harz weiter beschrieb [45]). *b.* Urceola elastica Roxburgh [46]); in Ostindien vom Wundarzte Howison entdeckt. *c.* Vahea Lamark. Eine Art Apocynum. *d.* Artocarpus integrifolia. *e.* Ficus religiosa. *f.* Ficus indica. *g.* Hippomane biglandulosa. *h.* Hippomane Mancinella. *i.* Cecropia peltata. In China (und Südamerika) zu Hause. Liefert ein schönes goldgelbes derbes sehr elastisches Kahutschuk. Ein ähnliches hat De la Borde an einer Mimosa zu *Cayenne* entdeckt. *k.* Castilla elastica Cervantes. Wächst zu Mexico und wird von den Einwohnern *Holguahitl* oder *arbor del ule* genannt [47]). Cavanilles bemerkt, dass der zu *Santa Fé* und *Quito* wachsende Baum Caucho zu einem von Hevea verschieden Geschlechte gehöre. Vielleicht ist er mit denen verwandt, wovon

[44]) Expériences sur le suc, qui fournit la gomme élastique par M. Fourcroy in den *Annales de Chimie* T. XI. S. 225. ff.

[45]) Siehe Mémoires de l'Académie des Sciences an 1736.

[46]) *A botanical description of the Urceola elastica or Caoutchouc Vine of Sumatra and Pulopinang; with an account etc. by* W. Roxburgh M. D. *Asiatic Researches* Vol. V. p. 167.

[47]) S. die Abhandlung des Herrn Cavanilles in den Madrider Annalen der Naturgeschichte B. II. no. 4.

Hr. v. HUMBOLDT in einem Briefe an FOURCROY (Cumana v. 16. Oct. 1800.) Meldung thut. Nemlich das *Dapiche* oder *Dapitsche Harz*, welches sich an den Wurzeln der Bäume Jacia und Curvara findet. Derselbe berühmte Naturforscher fand auf seinen grossen und gefahrvollen Reisen eine Milch, die sich leicht in Federharz verwandeln liess. Er nennt den Baum, der sie enthält, *Pflanzenkuh*. WILLDENOW führt noch zwey andere Bäume auf: Siphonia Cahuchu und Commiphora madagascariensis.

Man findet es auch ausserdem in den Beeren des hier zu Lande wachsenden *Mistels*, (Viscum album) [49]), desgleichen scheinen einige Euphorbia-Gattungen davon zu besitzen, doch fehlen hier noch genauere Untersuchungen.

Das gewöhnliche *Federharz* ist eine in der Wärme ausdehnbare, aber sich bald wieder zusammenziehende Substanz, welche sich im Aether oder der Naphtha, aber nicht im Wasser und Weingeist löst.

59.

Dieses sind, soviel ich habe auffinden können, alle bey den lebenden Gewächsen angetroffenen Bestandtheile, die man besonders unterschieden hat. Wenn gleich diese ganze Uebersicht noch sehr mangelhaft ist, so zeigt sie doch das Hauptsächlichste mit mehr Vollständigkeit, als bisher an ähnlichen Orten zu finden war. Ich habe alle Alkalien, Erden und

48) TILEBEIN Versuche mit dem Mistelharze. In v. CRELLS neuesten chemischen Entdeckungen. Th. VII. S. 58. ff.

dergl. bis jetzt weggelassen; meine Gründe dazu sind einmal, dass sie in den meisten Fällen *bestimmt* erst *nach* der Verbrennung und Einäscherung des Gewächses erscheinen, und daher als Producte betrachtet werden müssen; dann aber, dass da, wo man sie, wie z. B. Vauquelin äpfelsauren Kalk in dem Safte des Hauslaubs (Semperivum tectorum) und mehrerer Sedum-Gattungen gefunden haben will, es mir nicht möglich gewesen ist, aus der genauen Verfahrungsart, nach welcher dergleichen Säfte untersucht worden sind, zu ersehen, dass wirklich keine Produktion mit im Spiele sey, meine Zweifel bleiben daher auch hier noch unbesiegt. Mancherley mag sich wohl bey der chemischen Analyse wiederfinden, was im lebenden Gewächse schon da war, (wie z. B. Kiesel) aber gewiss bey weitem nicht alles, was sie zum Vorschein bringt, und bloss diess ist es, was ich zu behaupten unternahm, und worauf ich die nachfolgende Abtheilung gründete.

60.

Setzt man einen wasserhellen reinen Saft, so wie er aus dem Baume herausgeflossen ist, der Einwirkung der Atmosphäre aus, so wird er bald eine braune Farbe annehmen, auf der Oberfläche ein Häutchen bilden, und dieses wird sich bey einiger Bewegung unauflöslich zu Boden senken. Diese durch oftmalige Wiederholung gebildeten Häutchen sind das, was man *Extrakt*, *Pflanzenextrakt* (oder auch *Extraktivstoff*) genannt hat. (Saussure S. 125.)

Setzt man einen Teig von nassen Sägespänen der freien Luft aus, oder unterwirft man trocknes Holz

und dergl. dem Kochen, (SAUSS. S. 135.), so lässt sich eine ähnliche Substanz daraus darstellen. Endlich kann man sie auch noch aus der Behandlung der *Dammerde*, und zwar in weit grösserer Menge gewinnen. (SAUSSURE im fünften Kapitel, S. 153. u. f.)

Nach den schönen, von unserm Autor angegebenen Untersuchungen ist nun dieses braune Häutchen oder Extrakt weiter nichts als ein in der Flüssigkeit aufgelöst gewesener *Kohlenstoff*, mit bald harzigen, bald salzigen, schleimigen oder andern Theilen noch vermischt. Aus diesen und andern in unserm Buche vorhandenen Gründen können wir den sogenannten *Extractivstoff* nicht unter die Zahl der eigentlichen Pflanzenbestandtheile mit aufnehmen, zumal da er, wie SAUSSUSE gegen FOURCROY, VAUQUELIN und andere deutsche Chemiker sehr genugthuend bewiesen hat, nicht, wie diese glauben, im Zustande von einem Häutchen ein mit Sauerstoff verbundener, oder oxydirter Stoff, sondern vielmehr ein desoxydirter, ein solcher ist, der weniger Wasser und Sauerstoff beygemischt enthält, als während der Auflösung. (S. 5. 130 und 136.). TROMMSDORF [50]) bemerkt schon, dass ihm die Versuche der französischen Chemiker nicht genugthuend seyen, und dass man diesen problematisch angenommenen Stoff lange noch nicht genau genug kenne, um über seine Eigenschaften u. dergl. etwas gewisses sagen zu können. Oben schloss ich ihn schon unter das Pflanzeneiweiss mit ein.

50) TROMMSDORF systemat. Handbuch der Chemie. Th. II. S. 470.

Der Gerbestoff (S. *diesen Anhang* §. 34.) scheint, nach STEFFENS Vermuthung, ein ziemlich freier Kohlenstoff zu seyn; in der That kann man dieser Idee seinen Beyfall nicht versagen, da man weiss, wie nahe dieser Stoff überhaupt mit allen bittern und aus Holz und Rinde hervorkommenden Substanzen verwandt ist, welche selbst oftmals nichts als reine Extrakte liefern. SEGUIN, PROUST und DAVY haben ausserdem gezeigt, dass sich der Gerbestoff aus mehreren Vegetabilien erst in der Hitze entwickelt; es ist daher kein Zweifel, dass die aus dem Safte sich niederschlagenden Häutchen, die durch Auskochung aus dem Holze, und durch Eintrocknung in eine hornartige Masse versetzten Extracte, und endlich der künstlich *erzeugte* Gerbestoff nichts weiter — als durch Feuer oder Luftwirkung von ihrem Wasser mehr befreiete Substanzen — ein dadurch ziemlich frey dargestellter *Kohlenstoff* sind.

61.

Das erste, negative Produkt (durch eine *Entmischung* entstanden) war also die reinere Ausscheidung eines die ganze Vegetation charakterisirenden Grundelementes, das bald als roher Saft ganz flüssig, bald in seinen verschiedenen Zuständen von vegetabilischem Eiweiss, Kleber, Splint, Holz u. s. w. mehr oder weniger fest im Gewächs enthalten war. Der Kohlenstoff bildet ursprünglich als einer der Repräsentanten der Erdmaterie fast alle Theile im lebenden Gewächse, daher auch *Holz*, und dieses kann sonach, wenn es von den übrigen seine Mischung ausmachenden Grundelementen des Lichtes und Was-

sers mehr und mehr befreit wird, den ursprünglichen Stoff wieder in der Gestalt zum Vorschein bringen, in der wir ihn am deutlichsten erkannt, und woher wir seinen Namen auch abgeleitet haben. Der gewaltsame Entmischungsprozess der *Verkohlumg*, oder der ruhigere einer Auskochung liefern uns einerley Stoff aus dem todten Holze.

62.

Bey einer Aussetzung eines von überflüssigem Wasser befreiten (getrockneten) Gewächses in die grösste Feuerglut wird der Rauch, der sich über demselben erzeugt, bald in eine Flamme ausbrechen, und es werden Stoffe entweichen, die man durch keine Reagentien vorher im Gewächse entdecken konnte, die sich jetzt aber durch auffallende Eigenschaften auszeichnen. Sammelt man selbige in einem verschlossenen Gefässe auf, so bieten sie sich uns in gasförmiger, flüssiger, oft auch wohl fester Gestalt dar, und werden folgendermaassen von den Chemikern unterschieden.

Das erste neue Produkt, was entweicht, ist das *Kohlenwasserstoffgas*, eine von allen Schriftstellern anerkannte neue Verbindung aus den Grundelementen. Späterhin gehen saure Mischungen über, die man *brandige* oder *brenzliche Säuren*, *Holzsäure* u. s. w. genannt hat, und welche nach den neuesten Untersuchungen nichts weiter als mit brenzlichtem Oele verunreinigte Essigsäure sind [51]). Drittens geht eine schmierige, zähe,

[51]) Man betrachte daher die in unserm Texte S. 149. u. f. vorkommenden für nichts anders.

stinkende Flüssigkeit über, die man *empyreumatisches, brenzliches* oder auch wohl *stinkendes destillirtes Oel* genannt hat. Es besteht ebenfalls aus Wasser und Kohle, und lässt sich durch Kunst noch weiter zerlegen. Der *Theer* ist ein solches brenzliches Oel aus Harzbäumen bereitet.

Endlich fliegt noch, mit den flüchtig gemachten Stoffen in einer zum Theil mechanischen Verbindung, eine sehr feine Kohle fort, die sich, wenn sie einen kalten Körper findet, an diesen anschlägt, und sodann als *Rus* erscheint. Der Rus ist, rein betrachtet, *Kohlenstoff*, und nur gewöhnlich noch mit den brenzlich öligten Stoffen vermischt, die aus der ihn bildenden Substanz mit herausgiengen. So z. B. der bekannte *Kienrus* aus dem burgundischen Pech des Pinus Abies.

Blos einschaltungsweise erwähne ich hier noch einer sich bey der Destillation mehrerer vegetabilischer Theile zeigenden Substanz, die eigentlich an das Animalische erinnert, und den *Stickstoff* der Chemiker zum Hauptbestandtheil hat, das *kohlensaure Amoniak*. Bey den Alkalien komme ich wieder darauf zurück, hier führe ich es nur an, weil es unter die *flüchtigen* (volatilen) Produkte gehört.

63.

Derjenige Rückstand in dem vor der Luft verschlossenen Gefässe, welcher durch das Feuer nicht als Rus oder anderes Product fortgetrieben worden ist, bleibt als gewöhnliche *Kohle* zurück. Sie ist bey Behandlung mit Feuer ohne Zutritt der Luft nicht

weiter zerstör- oder veränderbar. Ihre äussern Kennzeichen sind bekannt.

64.

Setzt man das getrocknete Gewächs, oder die auf die im vorhergehenden Paragraphen angegebene Art gewonnene Kohle der Wirkung des Feuers in *freier Luft* aus, so erhält man das bekannte graue oder weisse Pulver, die *Asche*.

Die Asche und ihre Bestandtheile sind schon von mehreren Chemikern unter uns als *Produkte* und nicht mehr als Edukte angesehen worden, doch haben sich wenige ausführlich darüber geäussert.

Ich trete der ausgezeichnet sinnreichen Ansicht des Herrn STEFFENS bey, und nehme daher gar nichts aus der Asche ausgezogenes, vielleicht bloss die Kieselerde (aus Gräsern u. dergl.) abgerechnet, als Edukt an. Meine Gründe habe ich grösstentheils im Vorhergehenden mit angegeben.

Ich habe keine Beobachtungen in den mir zur Hand liegenden Schriften auffinden können, in denen das Verhalten des Stickgases der atmosphärischen Luft bey dem Einäscherungsprocesse genau untersucht worden wäre, auch fehlte mir bisher die Zeit und Jahreszeit zu eigenen Versuchen hierüber. Ich bin aber sehr geneigt mit TROMMSDORF anzunehmen, dass dieses, oder der sogenannte Stickstoff hier eine wichtige Rolle spiele, und vielleicht zur Bildung des Kalkes und vorzüglich der Alkalien u. s. w. wesentlich mit beytrage. In unserm Autor finden wir ja häufige Beyspiele, dass Stickgas durch die Pflanze erzeugt

wurde, warum sollen also nicht Pflanzenprodukte durch Stickgas hervorgebracht werden können?

Ich darf mit Recht alles Einzelne, über die Bildung der verschiedenen Alkalien, Erden, Metalloxyde, Säuren und Salze übergehen, weil das reelle und wichtige schon im Texte von SAUSSURE enthalten ist, und mir auf der andern Seite doch der Raum dieser Blätter und ihr Zweck nicht erlauben würden, blosse Vermuthungen und Schlüsse aufzustellen. Das historische ist mit einem Worte folgendes.

Man findet ausser den oben schon angeführten, nicht feuerbeständigen Produkten zuerst im Pflanzenreiche alle drey ehemals sogenannten *Laugensalze*, nemlich das (entweichende) *Ammoniak*, in einigen Seeufergewächsen etc. das *Natrum*, und in allen eigentlichen Pflanzen *Kali* oder *Pottasche*. Letztere kommt oft ganz frey aus der Asche zum Vorschein.

Drittens zeigen sich unter verschiedenen Umständen mancherley *Säuren*, auch sogenannte *mineralische*, wie z. B die Schwefelsäure und Kochsalzsäure.

Nächsdem entdeckt man durch weitere Ausscheidung *Erden*, worunter sich *Kieselerde* und *Alaun*- oder *Thonerde* auf der einen Seite, und Kalk, Baryt u. s. w. auf der andern, als an die alkalische Reihe sich anschliessend auszeichnen. Aehnlich in ihrem äusseren Ansehen kommen noch andere sehr häufig vor, die durch schickliche Behandlung in *Metalle* können reduzirt werden, und hierher gehört vorzüglich das *Magnesium* oder *Braunstein*- und das *Eisennoxyd.*

Die Säuren gehen nun mit den Alkalien, Erden und Metallen Verbindungen ein, und bilden künstliche

Salze, die man sehr mannigfaltig aus der Asche ausscheidet. Ihre Aufzählung ist noch zu wenig zuverlässig und auf genaue Grundstützen gebauet, als dass ich hier mit ihrer Aufzählung die Leser ermüden sollte. Die in der Note zum ein und funfzigsten Paragraphen dieses Anhanges aus Trommsdorf angeführten und die in Saussuse vorkommenden mögen zur Probe dienen, es sind dies aber bey weitem noch nicht alle, denn man hat z. B. noch phosphorsaures Eisen u. dergl. herausgezogen u. s. w.

65.

Was ich hier von der Asche der Pflanzen gesagt habe, gilt auch von der sich als unmittelbares Glied an die Vegetation anschliessenden Dammerde. Ich wünsche, dass man nach solchen Begriffen von Pflanzenanalyse nunmehr die mühevollen und immer sehr verdienstlichen Arbeiten unsers Autors betrachte, und sie, wie ich schon oben (§. 24. S. 22 dieses Anhanges) erwähnte, bloss in sofern benutze, als sie sich wie verschiedene *Resultate* oder Folgen verschiedener im Vegetabile vorher gelegener Ursachen verhalten, und blos auf den natürlich dagewesenen Zustand zurückdeuten. Nach solcher Ansicht können sie demohngeachtet Schlüsse erlauben, und man darf die im neunten Kapitel von Saussure daraus gezogenen, nach *einigen Einschränkungen*, keinesweges für unbrauchbar und verwerflich halten.

66.

Was aber die von Fourcroy und andern Chemiker aufgestellten künstlichen Säuren anbelangt, so

gehören sie nicht einmal mehr in unsere Tafel, und die meisten, die *Korksäure* etwa abgerechnet, sind in ihrer Eigenthümlichkeit nicht haltbar befunden worden. Hierher gehört z. B. die gar nicht von der Benzoesäure verschiedene Kamphersäure, die brenzlichte Schleimsäure Weinsteinsäure oder Holzsäure u. s. w., welche mehr oder weniger mit brenzlichtem Oel verunreinigte Essigsäuren sind.

67.

Boerhaave war der erste, welcher die drey bekannten Grade der Gährung aufstellte, die nach ihm allgemein angenommen worden sind. Erst vor einigen Jahren nahm Fourcroy [52]) deren fünfe an, die er die *Zuckergährung*, die *weinige*, die *saure* oder *essigte*, die *färbende* oder *Brodtgährung* und endlich die *faulige Gährung* nannte.

68.

Von jeher hat man die meisten Resultate dieser Gährungen als reine *Producte*, und nicht als Stoffe betrachtet, die vorher im lebenden Gewächse vorhanden gewesen wären; anderseits ist aber auch zu bemerken, dass dergleichen Gährungsprodukte z. B. der Zucker, oder faule Stoffe, *in der Nähe* des lebenden Gewächses oder *an ihm* erscheinen können, und dass man daher nicht alle jetzt vorkommenden als absolut durch Kunst erzeugte anzunehmen habe, so wenig als man läugnen wird, dass sie am lebenden Ge-

[52]) *Système des connoissances chimiques T. VIII. p. 110. et s.*

wächse nicht durch dessen Lebenskraft erzeugt worden sind.

Es wird mir aus diesen angeführten Gründen verstattet seyn, mich immer kürzer zu fassen, je weiter sich die neuen Produkte von unserm vorgeschriebenen Gebiete entfernen, und nur erst dann zur mehrern Ausführlichkeit zurückzukehren, wenn die Folgen des natürlichen oder künstlichen Todes gemeinschaftlich Ueberreste bilden, die, als zu neuem Leben tauglich, unsere volle Aufmerksamkeit verdienen.

69.

Die *Zuckergährung* ist der Uebergang einer faden, schleimigten und unschmackhaften Substanz in einen süssen Zustand. Sie wird dadurch für uns sehr merkwürdig dass sie auch im natürlichen Zustande beym Keimen — man darf behaupten — aller Saamen statt findet, (Saussüre S. 6) und so zur Entstehung des *Malzes* Gelegenheit giebt. Sie ist bisher in dieser Beziehung noch nicht genug gewürdigt worden.

70.

Die zweite Gährung setzt allemal eine zuckerige Materie voraus. Setzt man diese mit gehörigem Wasser verdünnt, in einer etwas erhöheten Temperatur der freien Luft aus, so fängt sie an, nach einiger Zeit in starke Bewegung zu gerathen, und das Produkt ist zuletzt das, was wir *Wein* nennen.

Unter dieser allgemeinen Benennung begreifen sich die eigentlichen *süssen* und *sauren*, *rothen* und *weissen Weine*, ferner aber auch die *Biere*, *Rum*, *Taffia*,

(aus Saccharum officinarum), *Arak* (aus Oryza sativa oder wohl auch Cocos nucifera), *Palmwein* (aus Borassus flabellifer) u. s. w.

71.

Aus den weinigten Substanzen gewinnt man die flüchtige, brennbare geistige Flüssigkeit, den *Alkohol*. Man bedient sich zu seiner Erzeugung des Weines und seiner Rückstände, der monocotyledonischen Samenkörner (Getreidearten), der Aepfel, Kartoffeln u. s. w. Wir können das weitere über ihn, als nicht mehr in unseren Plan gehörig, übergehen.

72.

Diejenige Art von Gährung, welche Fourcroy als die dritte angenommen hat, ist die *saure* oder *Essiggährung*, das Product derselben ist *Weinessig*. Obgleich der Wein gewöhnlich zu seiner Bereitung angewandt wird, so sind doch auch noch viele andere Substanzen geschickt, ihn hervorzubringen, wohin z. B. Obst, Bier und selbst die Blätter gehören. Das *Sauerkraut* muss hierher gerechnet werden. Ausserdem sind aber die Substanzen des Gewächsreiches auch fähig auf andere Weise in den sauren Zustand versetzt zu werden, und daher wird es erklärlich, wie sich bisweilen Essigsäure mit Kalk u. dergl. verbunden, bey der Analyse von Gewächsen hat zeigen können. Die reinste aus diesen in Säure übergegangenen Produkten abgezogene Flüssigkeit heisst *Essigsäure*.

73.

Die vierte Gährung des Fourcroy wird von ihm *färbende* oder *Brodtgährung* genannt. Er rechnet zu

ihr den Zustand, in welchen der Teig übergeht, und dann den, worein vegetabilische Substanzen versetzt werden, wenn sie eine besondere Farbe annehmen. Trommsdorf hat gegen diese Classe nicht mit Unrecht eingewandt, dass die Sauerteiggährung nichts weiter als eine anfangende Essigbildung, und die färbende eine anfangende faulige sey [53]). Wir wollen daher, bis jener grosse Chemiker seine Gründe deutlicher und überzeugender ans Licht bringt, die Bildung der künstlichen Pigmente mit zu seiner fünften Classe bringen, und sie sogleich kürzlich abhandeln [54]).

74.

Es giebt unter den aus dem Pflanzenreiche benutzten Färbestoffen eine gewisse Classe, deren Stoffe nicht, wie die übrigen, ohne weitern chemischen Prozess aus dem lebenden Gewächse, wie etwa die Färberröthe und dergl. gewonnen werden können, sondern wo die Theile des Gewächses eine wesentliche Mischungsveränderung erleiden müssen, ehe sie das verlangte *Pigment* liefern. Diese Classe ist es, von der hier die Rede seyn wird; ihre vorzüglichsten Produkte sind der *Indig*, *Lakmus* und *Orlean*.

Der *Indigo*, den man als eine Art Stärke oder Satzmehl betrachtet hat, scheint mehr den Zustand von vegetabilischem Eiweiss zu besitzen, und wird

[53]) Systemat. Handb. d. gesammten Chemie IIIr Th. S. 232.

[54]) Aus einem Versehen steht auf der Tafel S. 20. dieses Anhanges No 47 zuletzt, welche eigentlich 46 heissen, und die vorletzte seyn sollte.

aus der in beyden Indien wachsenden Indigofera tinctoria gewonnen. Die Pflanze wird in einen wahren Gährungszustand zersetzt. Vor seiner Entdeckung hatte man die an mehrern Orten Deutschlands, (zumal um Jena) wild wachsende *Waid*pflanze (Isatis tinctoria) schon zum Blaufärben benutzt, und eine wirklich Indig-ähnliche Substanz daraus abgeschieden. Roxburgh hat ein gleiches von den Blättern des Nerium tinctorium bekannt gemacht. Der Indig ist fähig noch viele Produkte zu liefern, und Bergmann [55]) nebst andern haben bey seiner Analyse noch ausser den gewöhnlich Grundstoffen Phosphor, Kalk, Eisen und Kieselerde aus ihm gesehen.

Der *Lakmus*, dessen Auflösung in destillirtem Wasser als chemisches Prüfungsmittel sehr bekannt ist, kommt, ebenfalls durch Gährung erzeugt, aus Parmelia Roccella und Parm. parella Achar. [56]), zwey Lichenen, welche wahrscheinlich nicht die einzigen sind, die ihn liefern. Andern Schriftstellern zufolge ist Croton tinctorium die Lakmuspflanze, und die Franzosen nennen dieselbe *tournesol*.

Der *Orlean*, von Bixa Orellana, ist ein aus den Saamenkapseln dieses amerikanischen Baumes durch Gährung bereitetes Färbematerial, das bald roth, bald mit Zusätzen orangegelb, bald ganz gelb angewandt wird. Es

55) Torbern Bergmann analysis chemica pigmenti indici. *Opusc. physico*-chem. Vol. V. p. 1. sqq.

56) Acharius Methodus Lichenum etc. Stokholm. 1803. p. 164. et 274.

scheint in Hinsicht seiner Natur dem Pflanzeneiweiss nahe verwandt zu seyn.

75.

Der letzte Grad der Gährung ist endlcih der, welcher die völlige Desorganisation und Entmischung der vegetabilischen Stoffe bewirkt, und *Fäulniss* oder *Verwesung*, *faule Gährung* genannt wird. Die nothwendigen Erfordernisse, unter welchen sie statt findet, sind völlige Beraubung des Lebens, eine gewisse Wärme und Feuchtigkeit, und der freye Zutritt der Luft Sie kann durch Kunst hervorgebracht werden; ihr eigentliches Erscheinen hat aber keine fremden Hülfsmittel nöthig, und sie entsteht auch am häufigsten von selbst, wir können sie daher hier füglich als Naturprodukt und in der Beziehung, in welcher wir die vierte Klasse aufgestellt haben, genauer betrachten.

76.

Bey einer genugsamen Berührung mit *Wasser* gehen auch die solidesten Pflanzentheile unter den im vorigen Paragraphen angegebenen Mitwirkungen in den Zustand der vollkommensten Auflösung über, die Bestandtheile trennen sich, ein Theil entweicht, und ein anderer bleibt zurück. Es entsteht theils ein stinkender Geruch, theils ein ammoniakalischer brandiger u. s, w. ein Leuchten, ein Zerfliessen der Masse, Veränderung der Farbe, oder ein anderes Entmischung anzeigendes Phänomen.

Jeder organische Körper besteht nach meiner Ansicht aus einer Verbindung von *Licht* mit Wasser

und Erde. Das Licht, aus der Sonne auf die Körper der Erde strömend, verbindet sich mit diesen, und geht in die organischen Gestaltungen über. Hört diese lebendige Verbindung auf, so ist natürlich, dass unter schicklichen Umständen das Licht, theils als solches, theils als das Wärmephänomen hervorbringend, wieder entweiche, und die Erde zurücklasse, die sich zum Theil als Kohlenstoff oder Stickstoff Verbindung in Gasform ebenfalls trennt.

77.

Verschiedene deutsche Chemiker haben schon lange den tiefen und sinnreichen Gedanken geäussert, die Verwesung mit einer Art von Verbrennung zu vergleichen; es ist in der That nur ein kleiner Unterschied zwischen dem gewaltsamen Entweichen des Lichtes beym Brennen, und dem ruhigen bey einer allmähligen Zersetzung. Das *faule Holz* stellt durch sein Leuchten die Erscheinung des unmittelbaren Entweichens des Lichtes dar, und wer weiss, welche andere Wirkungen nicht noch vorgehen, die mit denen einer Verkohlung einerley sind.

78.

Die Folgen des Verwesens und natürlichen Absterbens der Vegetabilien im Herbste sind bekannt. Alle vormals grünen oder mehr saftigen Theile *faulen* unmittelbar, und diejenigen, welche solches im Trocknen nicht gethan haben würden, sind durch die überhand nehmende Feuchtigkeit, Schnee, Regen und Nebel dazu gezwungen. Eintretende Fröste tödten überdem noch manches, dessen Lebenskraft zu schwach

ist, sich zu erhalten, und es wird ein grosser Theil der Bemühungen der Vegetation vom vergangenen Sommer her zu Grunde gerichtet, und in den allgemeinen Organismus der Natur wiederum aufgenommen; bloss die Wurzeln und Stämme ausdauernder Gewächse und die Saamen sind ihrer Organisation nach geschickt, ihr Leben zu behaupten, und sich so lange vor dieser allgemeinen Zerstörung zu retten, bis nach Jahren auch an sie die Reihe kommt, wo Alter und verminderte Lebensthätigkeit sich dem chemischen Prozesse unterwerfen muss.

79.

Ein Theil derjenigen Grundelemente, welche das vormalige Vegetabil ausmachten, geht ganz weg, und diess ist Licht (Feuer). Ein anderer Theil, eine Verbindung von *Wasser*, mit diesem Licht- und Wärmestoffe, und ein drittes, wobey noch die als Stickstoff und Kohlenstoff angenommenen Erdstoffe mit ins Spiel kommen, verbindet sich in gasförmige Flüssigkeiten, und erfüllt unsere Atmosphäre, der Rest, immer noch keine ganz reine Trennung, sinkt nieder, und wird zu *vegetabilischem Boden*.

80.

Die *Dammerde* ist das zum Theil entmischte, aber gänzlich *desorganisirte* Vegetabil. Sie bildet eine grosse allgemeine Pflanze ohne Organisation, und trägt die andern Pflanzen nur auf sich und nährt sie, wie eine Knospe vom Stamme getragen und ernährt wird, oder wie ein junger Cactustrieb auf Unkosten des alten Blatt.

Astes [57]). Die Dammerde besteht aus vegetabilischen Substanzen, kann also auch wieder darein verwandelt werden, und wird zu dieser Absicht oft sorgfältig vorbereitet.

Ihre Vermehrung und Verbesserung macht einen vorzüglichen Gegenstand in der Landwirthschaft aus, und da wir das Chemische von ihr sehr vollständig und gut in unserm Autor finden, so setzen wir noch ein Wort zum Beschluss dieser Abhandlung in Bezug auf ihre wirkenden Bestandtheile, und die künstlichen Zusätze des *Düngers* hinzu.

81.

Unter Dünger verstehen wir gewöhnlich Mist, eine Mischung aus den Auswürfen der Thiere mit Stroh und andern trocknen Kräutern [58]). Er ist, wie man sieht, eine Verbindung von allerley dem Leben entrückten Substanzen, die sich im letzten Grade der Gährung befinden, und dadurch zu einer mehr gleichartigen Masse geworden. Da nun die Bestandtheile die-

[57]) Die mit mehrern Sedum-Arten u. dergl. anzustellende Beobachtung, dass die obern Blätter abgeschnittener Aeste sich immer vollsaftig erhalten, während die untern auf jener Kosten austrocken, lehrt, dass sich die Natur dieser untern, weniger lebendigen Blätter wie eines Nahrungsbehälters bediene. SAUSSURE's, in der Anmerkung S. 58. erzähltes Beyspiel vom Cactus, kann hiermit verglichen werden.

[58]) Vergleiche das classische Werk: Einleitung zur Kenntniss der englischen Landwirthschaft etc. von Albrecht THAER (königl. preuss. Geheimen Rath) 1r. Band S. 155. u. f.

ses Mistes ebenfalls auf die Grundstoffe der Elemente der Natur zurückgeführt werden können, so ist begreiflich, dass sie, da sie selbst keine eigene für sich bestehende Lebenskraft besitzen (anorganisch sind), leicht zu Nahrungsmitteln für die sich mit ihren Wurzeln darinn befindenden Gewächse benutzt werden können. Die Pflanze wählt und eignet sich diejenigen auflöslichen Stoffe am meisaen an, die ihr am verwandtesten und am ähnlichsten sind; der tragbare Boden, vorzüglich aber der Dünger enthalten deren mehr als die blosse mineralische Erde, daher denn kein besseres und schnelleres Beförderungsmittel des Wachsthums. Die Düngung kann nach dieser Bestimmung auch noch auf andere Weise geschehen; man darf nur Beförderungsmittel der Zersetzung und Fäulniss des noch nicht völlig aufgelösten tragenden Bodens oder unmittelbar an die Pflanze gehende Stoffe zusetzen, alsdann wird der Nutzen der Salze, des schwefelsauren Kalkes und sogar scheinbar schädlicher Substanzen [59]) einleuchtend, den sich immer noch manche nicht zu erklären wissen.

82.

Sollen wir nun, beym Ende dieser Abhandlung, noch einen Rückblick auf alles thun, so wollen

59) Hierher gehört z. B. der Eisenvitriol, den Pearson neuerlich in einer schönen Abhandlung als ein vortreffliches Düngungsmittel bekannt gemacht hat; *On the Use of green Vitriol or Sulphate of Iron as a Manure; and on the Efficacy of paring and burning, depending partly on Oxide of Iron. By G.* Pearson *M. D. Member of the Board of Agriculture F. R. S. etc. A communication to the Board of Agriculture. S. philosophical Magazine by A.* Tilloch Nr. LXXXI. February 1805.

wir die ganze chemische Betrachtung der Vegetabilien unter folgenden Gesichtspunkt bringen: die aus einer Dammerde, Luft und Wasser Nahrung schöpfenden Saamen erweitern ihren Umfang und durchlaufen die Perioden ihres Pflanzenlebens unter Einflüssen, die den Bau einer Blüthe und Frucht zu Resultaten haben. Ihre feste Masse besteht aus den eingesogenen, in Luft und Wasser aufgelössten Elementen. Ein roher Saft bewegt sich in ihren lebendigen Gefässen, der nur da, wo er mit den äussern Umgebungen in Berührung kommt, eine andere Qualität anzunehmen, und sich dem Chemismus zu unterwerfen droht; so geht es auch den festen Theilen. Rückt endlich die Vegetation näher zu ihrem Ziele, so befreit sie sich nach allen Seiten hin von Stoffen, die den Zweck, die Saamenbildung hindern, und diese Abscheidungen, der äussern Natur preis gegeben, stellen sich in mancherley Beschaffenheit dar. Das Einsaugen und Schöpfen von Nahrung geht indess noch fort, bis zuletzt, vom Sonnenlichte getrieben, die Pflanze ihre letzten Kräfte verschwendet hat an dem Inbegriffe ihrer Individualität, einen Saamen, der sie verlässt, und ihren Tod nach sich zieht. Da nach vollendeter Vegetation zurückbleibende organische Gebäude widersteht nun nicht länger der alles sich aneigenden anorganischen Natur, und wird, von der Sonne mehr oder minder verlassen, gewaltsam zur Erde zurückgezogen. Die Trennung folgt in unruhigen Catástrophen einer Gährung auf einander, bis zuletzt, eines Theils seiner Mischung beraubt, das vormalige Gewächs völlig zerfällt, und nach überstandner Verwesung den Grund bildet, auf dem neues Leben für die Zukunft empor sprossen kann.

Geschichte des vegetabilischen Lebens.

Dass *Leben* und *Organisation* in der innigsten Gemeinschaft mit einander stehen, ist eine in der Physiologie völlig bewiesene Thatsache. Wir schreiben aus diesem Grunde der Erde, oder der ganzen Natur als einem *grossen Organismus*, Leben zu, und finden es bey den individuellen Bildungen dann wieder, wenn sich diese in ihrer Integrität, der äussern Natur entgegengesetzt, mit einem *organischen* Zusammenhange behaupten. Wachsthum, Entwickelung, und im Pflanzenreiche *Reproduction* sind die Erscheinungen, die uns Leben wahrnehmen, und einen eigenthümlichen Bau der Theile finden lassen, den zu zergliedern, und bis auf das einfachste mechanisch zu zerlegen, das Geschäft des Anatomen ist.

83.

Wenn es gelingt, den Organismus bis auf einen Chemismus zurückzubringen, so darf man hoffen, einen tiefern Blick in die Werkstätte der Natur zu thun, als vorher möglich seyn konnte. Aber nicht auf dem empirischen Standpunkte der Chemie ist dieser Augenblick zu erhoffen, auf ihm sammeln sich nur Resultate an, die der höhern Darstellung zur Stütze dienen. Es ist nicht erst vor kurzem gesagt worden, der Chemiker, der durch Zerlegung in Grundstoffe in das Geheimniss des Lebens einzudringen hofft, täuscht sich in seinem Wahn, es fehlt ihm das Band, das alles reg zusammenhält, und seine Gränze ist ihm gerade da gesetzt, wo das eigentliche Leben beginnt.

Die Chemie des LAVOISIER war so glücklich, am Ende auf einige Resultate zu kommen, die, durch eine grosse Zahl von Beobachtungen geleitet, einen leichtern Weg zu den so sehnlich gesuchten *Elementen* in der Natur bahnte. Die Reduction dessen, was die Altern *Erde* nannten, auf Kohlenstoff und Stickstoff, und Annahme eines Wasserstoffes und Sauerstoffes für *Wasser*, führten uns auf diese ursprünglich einfachen Grundstoffe beinahe schon hin, und das *Feuer*, als Licht und Wärme unterschieden, blieb als dritter stehen. Blos die *Luft*, belehrte man uns, sey ein Gemisch aus der Verbindung dieser Principien, die Gase bildeten, welche unsere Atmosphäre ausmachen.

84.

Die Untersuchungen sind noch lange nicht geendigt, eine neue Periode scheint mit WINTERL zu beginnen. Was sein System ändern, was seine *Andronie* und *Thelike* (zwey neue, zwischen Kohlenstoff und Stickstoff liegende Elemente) für eine Rolle spielen werden, ist freylich noch nicht bekannt, aber was man schon jetzt weiss, berechtigt zu grossen Erwartungen, und wenn ich noch keinen Gebrauch von dieses Mannes Entdeckungen zu machen im Stande bin, so wage ich doch, reichliche Früchte für unser Fach aus seiner Ansicht zu versprechen.

85.

Das alle Materie begleitende Leben ist einmal als rege Thätigkeit in der grossen Natur sichtbar, es zeigt sich aber auch in der kleinen Welt eines Organismus, und wird da dem Tode, oder dem Chemismus

entgegengesetzt. Eine lebendige Kraft beherrscht und ordnet alle Theile zu einem Ganzen, das Verhältniss der Verwandtschaften der Stoffe zu einander hört auf oder wird modifizirt; das Leben erhält sich gegen die Einflüsse von aussen, aber es erliegt zuletzt im Streite, es sinkt, und die umgebende Natur dringt mit Macht ein, sich des geraubten wieder zu bemeistern, es in das grosse All wieder aufzunehmen.

Eine solche Betrachtung allein hätte schon manche Naturforscher von ihrer rein mechanischen oder chemischen Erklärungsart der Lebensfunktionen zurückbringen sollen, die noch überdem durch ganz andere Gründe als nichtig dargestellt werden kann. Ein *dynamisches* Verhältniss ist bey den organisch gereiheten Stoffen eingetreten, und seiner Untersuchung weihen wir nachfolgende Paragraphen.

86.

Die gegenwärtig wieder zur Sprache gebrachte, und von allen aufgeklärten Naturforschern als unwiderleglich angenommene *Erzeugung organischer Wesen ohne Saamen und Sprossen* (generatio aequivoca oder originaria) enthält eine grosse Menge von Beyspielen, dass sich, durch gewisse Einflüsse geweckt, ihre todten Stoffe zu einem organischen Wesen gestalten können, welches, mit Lebendigkeit begabt, seine Lebensperioden durchläuft, und oftmals im Stande ist, durch *Fortpflanzung* (generatio propagativa), die Individualität seiner Gattung für nachfolgende Zeiten zu erhalten. Der aufgefundenen unbezweifelten Beyspiele sind eine Menge vor-

handen [60]), und es ist jetzt nur nöthig, den Grund aufzusuchen, der die todte Materie zu neuem Leben zu wecken vermochte.

87.

Ich habe in der unten angeführten Abhandlung gezeigt, dass allenthalben blos da ursprüngliche Erzeugung oder Keim und Wachsthum hervorkomme, wo das *Licht*, unmittelbar aus der Sonne (oder auch mittelbar aus einem Brennmaterial, in welchem es lag, entbunden) auf eine Materie wirke, die, in gewissem Grade mit Wasser verbunden, eine Verbindung mit jenem einzugehen fähig sey. (Daher auch Saussure richtig behauptet, dass das Licht dem Keimen nicht schädlich sey, S. 21. Wir werden sogleich sehen, dass es nothwendig dazu gehört). Man findet daher auf denjenigen todten Massen, (z. B. Felsen, grossen Steinen, Holz, abgestorbener Rinde und dergl.) welche der Feuchtigkeit und den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, bey einer gewissen Ruhe und Schutz organische Formen entstehen, die sich bald als Schwämme und Pilze, bald als Flechten, Moose und andere dergl.

[60]) Siehe: Biologie oder Philosophie der lebenden Natur v. Treviranus; und eine Abhandlung von mir: *Beyträge zur Geschichte der Entstehung unserer Geschöpfe; mit einem Kupfer*, Voigts Magaz. f. d. neuesten Zustand der Naturkunde IX Bandes IV. Stück April 1805. — Auf dem Kupfer hatte ich ein äusserst lehrreiches Beyspiel einer ursprünglichen Erzeugung darstellen wollen, es ist aber, nicht durch meine Schuld, sehr schlecht und unrichtig gestochen worden.

Cryptogamisten zeigen [61]). Es können diese Geschöpfe nichts anders seyn, als Erde, durch Wasser gelöst und daher bewegungsfähig gemacht, und dann durch das *Licht* angezogen, in Figur geordnet, und zum Theil wirklich mit demselben verbunden. Stirbt ein auf diese Weise erzeugtes Vegetabil ab, so weichen die Bestandtheile, Licht, Wasser und Erde wieder auseinander, und letztere bleibt grösstentheils unverändert zurück, da das wenige Licht durch den schwachen Prozess von Verwesung unmerklich entflieht, das Wasser aber, mit Wärme oder Licht in Verbindung, theils Gas theils Wasserdunst bildet.

Die nach dem Tode, auch der geringsten oder tiefsten Vegetabilien zurückbleibende *vegetabilische* Erde ist aber schon wesentlich von der *Grunderde*, z. B. zerwittertem Granit, Kalk etc. verschieden, und hat durch den Lebensprozess, je nachdem er schwach oder stark war, eine Veränderung erlitten, die wir bis jetzt blos der Einwirkung des Lichts, welches mit Beyhülfe der umgebenden Atmosphäre u. dergl. dieselbe bewirkte, zuschreiben müssen. Es bleibt eine *verbesserte*, der Vegetation schon *näher* stehende Erde übrig, und diese ist bey Wiederholung der obigen Einflüsse eher fähig, neue Produkte zum Entstehen zu bringen. Wir sehen diesen Fall schon daran, dass auf den härtesten, auf der tiefsten Stufe befindlichen Körpern, z. B. Granit, Schiefer, Flötzkalk u. s. w. höchstens Flechten etc. vorkommen, dahingegen

[61]) Ich werde hier immer meine Beyspiele bloss aus dem Pflanzenreiche wählen, und das Thierreich bey Seite lassen.

die leichter auflöslichen (künstlichen) Ziegeln, Holz, abgestorbene Baumstämme und mehr dergl. höhere, blattförmige, oder gar *grüne* Vegetabilien tragen. Am auffallendsten wird die Entstehung der ästigen Form, mit schöner grüner Farbe, im unreinen Wasser, welches die bekannte *Priestleysche Materie* oder *Conferven* bey seiner Aussetzung in das Sonnenlicht liefert. Im Wasser, dem flüssigen Elemente, geht die Verbindung von Licht mit Erde weit leichter und freier von statten, die vereint auffallenden Sonnenstrahlen, welche auf der trocknen Felsmasse nur eine ungefärbte, unregelmässige und bildungslose *Kruste* zu erheben vermochten, ziehen im Flüssigen die verbundenen Erdtheilchen in lange *Fäden* heraus, und das Verhältniss der Aufgelöstheit mit dem Grade der Verwandtschaft der Materie zum Lichte, giebt den Grund der mehr oder weniger gestreckten, ästigen oder unförmlich breiten Blattbildung in den mannigfaltigen Zwischengliedern ab. Jedesmal fallen nach dem Tode dieser ohne Saamen erzeugten Pflanzen Organismen selbige, (mit untergegangenen Thieren) zu Boden, und bilden einen Schlamm oder Erde von geläuterterer Beschaffenheit, einen Rückstand, welcher aus der Masse seiner Bestandtheile durch den Lebensprozess Stoffe *schuf* und *erzeugte*, die keinesweges vorher vorhanden zu seyn brauchten, wie solches SCHRADER's und anderer Versuche schon bewiesen haben [62]). Sie scheinen unserm Autor unbekannt

[62]) S. Zwey Preisschriften über die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den einheimischen Getreidearten. Berlin, 1800.

geblieben zu seyn, sonst würde er sich nicht (zu Ende S. 260) eine so starke Aeusserung gegen eine Lehre erlaubt haben, deren Richtigkeit sich durch überzeugende Thatsache aufdringt, und durch Theorie befestigt wird. Ein anderes ist es, diese Entstehungsart befriedigend erklären zu wollen; unsere Zeitperiode ist nicht weiter, als dass sie die *Reihen* angeben kann, welche durch Hervorgehen animalischer und vegetabilischer Organismen in Rüksicht der zusammengesetzten Stoffe gebildet werden.

88.

Die beyden Stoffe, in welche sich die Erdmaterie allmählig differenzirt, heissen nach der jetzt eingeführten Chemie *Kohlenstoff* und *Stickstoff*. Man hat gefunden, dass drr erstere bey den Vegetabilien, so wie der Stickstoff bey den Thieren die wichtigste Rolle spiele, und sogar beyde Reiche charakterisire. Ja man schreibt sogar die Vorwaltung des einen der Vegetabilität, die des andern der Animalität zu. Dem sey wie ihm wolle, es lassen sich zwey Reihen aufstellen, (die aber beständig in einander greifen) nach welchen der Kalk bey der einen anhebt, und sich allmählig bis zum Ammoniak u. w. steigert; der Kiesel aber bey der andern, der Kohlenstoffreihe beginnt, und durch mehrere vegetabilische Substanzen hindurch als Oel, Gerbestoff u. s. w. in einen feinern Zustand versetzt wird. Diese letztere Reihe ist es, die unser Augenmerk vorzüglich auf sich zieht, und deren genauere Betrachtnng wir jetzt vornehmen wollen.

89.

Der weiter unten näher beleuchtete Prozess der Vegetation hat zu seinem höchsten Zwecke nur *Reproduktion*, d. h. das wachsende Vegetabil bringt nichts weiter hervor, als die nemlichen Theile, nur in zarterer Bildung, und mit mehrerer Entfernung vom Boden. Natürlich sieht man diese höchsten Aeusserungen des Pflanzenlebens am deutlichsten erst bey den gebildetsten, vollkommensten Pflanzen, aber dann zeigt sich auch, wie die gesteigerte Reproduction in eine Form zusammengedrängt wird, die als Inbegriff des ganzen Gewächses ihre Selbständigkeit zu haben scheint, und sich wirklich dem animalischen Zustande nähert. Bey andern Gewächsen fällt dieses mehr abgesonderte Leben schon in die Pflanze selbst herab, und unter den Cryptogamen erscheint das Gewächs oft ganz als *Thier* [63]).

[63]) Man erinnere sich zur Verständlickeit dieses eben gesagten z. B. an die *Schmetterlingsblumen* und vergleiche sie einmal wirklich mit *Schmetterlingen*; man betrachte manche Früchte, und gehe zuletzt nur die Classe der Zoophyten und Phytozoen durch, wo man von Becherschwämmen zu Polypen nur einen Schritt zu thun braucht, und an VAUCHER's Tubularien und Conferven mit willkührlicher Bewegung den völligen Uebertritt der Pflanze in Thier wahrnimmt. Man sehe auch die Nachricht von der sonderbaren Thierpflanze, in VOIGTS Magaz. II. Band. 1800. S. 352.

Die Produktionen der Pflanzen sind, als Resultate des *vegetabilischen* Prozesses, Kiesel bis zu seinen rein kohlenstoffhaltigen Substanzen; die des eingreifenden *animolischen*, stickstoffhaltige, Kalk bis zum Ammoniak herauf. Daher finden wir bey der richtigen Zerlegung der Gewächse nur da Sticksoff, wo schon eine Animalität einzutreten anfängt — bey Schwämmen, Pilzen, Gluten etc. —, Kohle, wo wahre Vegetation herrschte, in der übrigen Pflanze, im Safte und Holze selbst. Daher die einfachern Pflanzen, z. B. die Gräser, auffallend mehr Kieselerde enthalten, und zumal im Strohe oder Halme, hingegen im Saamenkorne weit mehr Kalk. Schrader fand beym Weizen das Verhältniss des Kiesels im Halme zu dem im Korne wie 152 zu 13,2. Eben so steigt der Klebergehalt auf Kosten des Kalkes, je höher die Stufe ist, auf der der Saame steht. Schön wird diess durch Saussure's Analysen bestätigt, die, da sie nicht alle *in dieser Beziehung* angestellt worden sind, leider oft keine Anwendung auf unsere Darstellung erlauben. Man sehe in den Tabellen Nr. 51. Weitzenpflanzen; die Kieselerde, Produkt der Vegetation, nimmt vom Keime bis zur Vollendung der Pflanze zu, von 12,5 und 26, bis 51. Das *Stroh* enthält aber 61,5 Kieselerde zu 7,2 anderen Erden, während die Saamenkörner nur 0,5 Kieselerde, zu 44,5 *phosphorsauren* Erden enthalten, das Erscheinen der Phosphorsäure erinnert aber sehr bedeutungsvoll an die Animalität. Eben so beym folgenden Mais u. f.

90.

Ich glaube meine Leser genugsam von der Unhaltbarkeit der Behauptungen überzeugt zu haben, die da angeben, dass die jedesmaligen Bestandtheile eines Gewächses regelmässig so aus der Erde *aufgenommen*, und auch bey der chemischen Analyse nicht anders dargestellt würden, wie sie in der Pflanze vorhanden sind. Das verschiedene Verhältniss von den Stoffen zu einander, mit dem Lichte vereinigt, ist gewiss im Stande Substanzen zu Wege zu bringen, die verschiedener Qualität zu seyn scheinen, und so kann der Stickstoff des Stickgases als feste Substanz dargestellt werden, (in WINTERL's Andronia) von da aber auf die andere Seite hinüberfallen, und *Kohlensäure* bilden helfen. Das einfache Wasser als Sauerstoff und Wasserstoff gestaltet, eint sich mit jenen, das organische und chemische Wechselspiel beginnt, und die Vegetation behauptet sich, kämpfend gegen den Anorganismus.

SAUSSURE's Analyse und Versuche zeigen deutlich, dass während der Vegetation eine Mischungsveränderung vorgehe, und das wahrnehmbare *Leben* erlaubt nicht, solche blos mechanisch oder chemisch zu erklären. Die Kieselproduktion nimmt auffallend in den tiefern Theilen der Gewächse zu, die Kalk-kali bildenden Substrate, durch die Verbrennung zu diesen Stoffen erst vollendet, in den obern. Die Reihe von Verwandlung des Kiesels *aufwärts*, in verbrennliche kohlenstoffhaltige Substanzen, ätherisches Oel und dergl. und *seitwärts*, in Substanzen der Stickstoff-

reihe (und von dieser wiederum in jene) bildet allmählich weichere Substanzen, und endlich, bey erscheinender Abgetrenntheit vom Mutterboden, (Uebergang in Animalität) wirklichen Kalk, Kali, oder stickstoffhaltige thierische Gallerte.

91.

Die Trennung beym animalischen Prozess in Gallerte und Kalk, die auf der niedern vegetabilischen Stufe in Kalk und Kleber, und noch tiefer in Kalk und Kiesel, giebt zu den schönsten Betrachtungen des chemischen Verhältnisses zum organischen Anlass [64]). Ich will jetzt, nachdem ich hierzu den

[64]) Herr Dr. KASTNER, Privatdozent allhier zu Jena, hat die Güte gehabt, mir seine Gedanken über SAUSSURE's Werk, das ich ihm mittheilte, schriftlich zu äussern. Es wird ohne Zweifel den Lesern sehr angenehm seyn, dieselben hier abgedrukt zu finden.

„Ihrem Wunsche gemäss, th. Fr, überliefere ich „Ihnen hier einige Bemerkungen, die sich mir beim „Lesen des S — schen Werkes darboten.

„Stellt man die Resultate der S — schen Versuche „zusammen, so ergiebt sich daraus, wenn ich nicht irre, „sehr klar das Verhältniss des vegetabilischen Lebens zum „chemischen Prozesse; denn S fand 1) dass Kohlensäure „der keimenden Pflanze nachtheilig, hingegen der ausge„wachsenen sehr vortheilhaft sey, hiermit treffen SCHRA„DERS Versuche in so fern überein, dass junge Pflanzen „durch blosse wässrige Kohlensäure, zur vollkommenen

Weg mir gebahnt, und auch die Frage über die erste Entstehung und Hervorschiessung von vegetabilischen

„Reife gelangen; Vorzüglich waren die Blätter zur Zer„setzung der Kohlensäure geschickt. — Hieraus geht „hervor, dass der Keim als solcher noch nicht zu einer „so selbstständigen Organisationsstufe gelangt ist, dass er „den chemischen Prozess, zum eig nen Vortheil sich un„terordnen kann; der Keim schwankt selbst noch zwi„schen der chemischen und ächt vegetabilisch lebenden „Sphäre, er vermag die Basis der Kohlensäure nicht wie„der zu der Stufe zu erheben, auf der sie sonst als Or„ganisches stand, zu different tritt sie gegen ihn auf, „und wenn es anders die Umstände nicht hindern, kehrt „sie das Verhältniss total um, zieht das organisch le„bende fürs chemische Territorium herab. Kämpfend „widersetzt sich zwar das organische Leben des Keims, „(im Gährungsakte), jenem gewaltsamen Einflusse des „chemisch differenten, aber es muss der durch Quan„tität in der Energie gestärkten Kohlensäure weichen, — „es stirbt als organisches und löst sich grösstentheils in „Gase auf, wird selbst chemisch Differentes. (Daher „sahe S. Keime im kohlensauren Gase faulen.)

„Beim Entfalten des Keims findet zwar etwas ähn„liches statt, aber nicht das mächtige Differente, sondern „das Wasser ist hier das Einwirkende, es droht (bey der „Berührung) den Saamen als Saame zu zerstören, es „dringt in seine Substanz, erweicht sie, und fängt so „an, jene Drohung in Erfüllung gehen zu lassen, aber „diesem schwachen Eingriffe widersetzt sich das durch „den Angriff nur noch mehr geweckte Leben, es hebt „sich kraftvoll empor, achtet das Eindringen jenes Schwa„chen, seiner Forderung nicht, sondern bedient sich ge„rade dieses Angriffes zum eigenen Vortheil; leichter „vermag die Pflanze jetzt aus der Hülle zu entsteigen, „und mit aufgeregter Thätigkeit, mit dem Streben sich

Organismen nicht ganz aus der Acht gelassen habe, zum Schluss eilen, um die Verhältnisse anzugeben,

„als vollendetes Selbständiges zu behaupten, entwindet es sich „der locker gewordenen Hülle, nimmt sie als Boden, als „Nahrung, bildet sie in sich hinein, und lässt so in sich „selbst die Fähigkeit, das Niedere in sich aufzunehmen, „sich ihm selbst gleich zu machen, zu assimiliren. In „den Blättern erreicht sie endlich die höchste Stufe „der organischen Selbständigkeit, und nun vermag jene „differente Substanz, der Herrschaft des höhern Lebens „nicht mehr zu widerstehen, — die Kohlensäure wird „aufgenommen, um mit ihrer Basis selbst Pflanze zu wer„den; das Anorganische wird von dem aus dem Organi„schen abstammenden Substrate der Kohlensäure (An„dronie) geschieden, und entweicht als Sauerstoffgas.

„2) Fand S. dass mehrere Cactus-Arten Stickgas „aushauchen. Sämmtliche Cactus und alle ihnen ähnliche „Pflanzen, scheinen der thierischen Organisation sich zu „nähern, sie sind *in dieser Hinsicht*, (wie es mir scheint) „die Amphibien unter den Pflanzen, so wie die wahren „Pflanzen, das Ueberflüssige als Sauerstoffgas und koh„saures Gas wieder entlassen, so legt der Cactus den „Charakter des Azots (ich möchte sagen den thierischen „Charakter der Luft) in die Basis der Kohlensäure, die „*Andronie* erscheint mit Sauerstoff hier als Azot, (man „beliebe damit meine *Materialien zur Erweiterung der* „*Naturkunde*, Jena bey Mauke 1805. zu vergleichen.) so „wie sie gleichfalls mit Sauerstoff (u. etwas Hydrogen) „in der Kohlensäure, als Kohle sich darstellt. Es bewei„set also das expirirte Stickgas die Tendenz zur Anima„lität im Cactus, nebenbei zugleich dass Azot und Car„bone eine Basis haben. Auch der Umstand dass ein Cactus „mehrere Tage in kohlensaurem Gase leben kann, spricht „dafür.

in welchen das Organische mit dem äussern Leben steht.

92.

Der durch das *Licht* zu neuem Leben geweckte Keim des Saamens beginnt seinen Lauf unter folgenden Einflüssen.

Die ihn umgebende Wärme dringt in sein Inneres, und dehnt ihn aus. Seine zellige Substanz wird erweitert, das *Wasser* gewinnt Raum ebenfalls hinein zu gehen. Jetzt schwankt er noch zwischen Chemischen und Organischen, ein gelinder Gährungsprozess beginnt, aber bald überwindet die innere Kraft jenen Feind, und er bemeistert sich der so leichten, subtilen Nahrung, des *Sauerstoffgases.* Die Substrate dieser luftförmigen Flüssigkeit sind Feuer und Wasser.

„3) Der Extractivstoff der Dammerde verdiente wohl „nähere Untersuchung, noch tiefer, als wie der *Keim*, „erscheint mir überhaupt der Humus, er ist schon mehr „für die chemische Sphäre geneigt, hat jedoch noch so„viel organische Selbstständigkeit, dem totalen organischen „Tode zu widerstreben, kein entschieden Chemisches zu „werden. Aber gerade dieser Zustand des Humus ist es „der ihn so tauglich für die Ausbildung der Pflanze „macht, als halb-chemisches weckt er das Leben, die „Behauptung der eigenen Kraft in der Pflanze, als halb „Organisches dient er zur leichtern Nahrung.

Ihr

Fr. Kastner.

ser, oder nach der chemischen Kunstsprache Licht (Wärme) und Sauerstoff. Der Saame saugt das Lebenslicht ein und giebt dafür dem Sauerstoff einen Erdbestandtheil, den Kohlenstoff hin, er gewinnt also durch das in ihm wohnende Feuer, Macht über die todte Natur. Die Ausdehnung nimmt zu, das Blättchen des Keims sehnt sich nach seinem Vater, und strebt der *Sonne* zu, der andere Theil nach seiner Mutter, der Erde. Das Wasser, der grosse Vermittler aller Thätigkeit, befördert diess wechselseitige Streben und Anziehen, und so erscheint der Organismus, ein stetes Geschöpf zweyer widerstrebenden Anziehungskräfte, bald gewaltsam nach der Sonne ausgedehnt, bald mächtig, oft auf immer, der Erde wieder zurückgegeben.

93.

Was das sich entwickelnde Gewächs umgiebt, ist aus den nemlichen Elementen gebildet, und ihm mehr oder minder verwandt. Legt sich das Licht hinein, so eignet sich die Pflanze *Kohlenstoff* an, ist mächtig genug, sich diesen einzuverleiben; wird sie der Dunkelheit ausgesetzt, so sinkt ihre Macht herab, sie ist nicht so gut im Stande, ihre Integrität zu behaupten. Die Umgebung raubt ihr Kohlenstoff, die Pflanze saugt begierig nach dem (nicht sichtbaren) gebundenen Lichte, und so verwandelt sich Sauerstoffgas in kohlensaures. Dieser Athmungsprozess geht leichter vor sich, als der weit schwerere einer Assimilation *fester* Stoffe, daher nährt sich die Pflan-

ze grösstentheils mit Wasser und Gasen, und saugt so die Bestandtheile ihrer organischen Masse ein [64]).

Das kohlensaure, ihm zur Nahrung dienende Gas wird auf die mannigfaltigste Weise hierzu durch die Natur bereitet. Die, wie wir oben uns zu sagen erlaubten, grosse anorganische Pflanze, die Dammerde, haucht dieses beständig aus, und ernährt so die Pflanze oft mehr in der Luft, als durch die Wurzeln, ein Fall, den man bey den fleischigen Gewächsen gar lange übersehen hat. Die Thiere durch Athmen, die Verbrennungsprozesse aller Art, u. m. dergl. liefern sie ebenfalls, ja jeder kränkliche oder verletzte Pflanzentheil. Es ist daher leicht abzunehmen, welch ein unermesslicher Austauschungsprozess täglich hier vorgehen mag. Die Pflanzen zerlegen die Kohlensäure, wie Saussure gezeigt hat, von aussen und innen. Je jünger und schwächer aber die grünen Theile der Vegetabilien sind, desto weniger können sie Kohlensäure entmischen. (Saussure S. 2:.).

64) Legt man einen abgeschnittenen *Sedum*-Stengel (z. B. Sedum reflexum) so lange hin, bis er ganz zusammengewelkt ist, und steckt ihn dann in das Wasser, so wird er seinen vorigen steifen Anstand nicht wieder erlangen. Legt man ihn aber nur auf Dammerde, so fährt er bald fort, zu vegetiren, und erhält sein ganzes frisches Ansehen wieder. Man kann daher schliessen, dass es die aus der Dammerde entwickelte *Kohlensäure*, und nicht das eingesogene Wasser ist, das ihn ernährt.

94.

In unserm Buche findet sich mehreremale bewiesen, dass die Pflanzen nur *aufgelöste* Erdstoffe zu ihrer Nahrung in sich einsaugen können (S. 220.). Sie finden diese in dem sich damit volladendem Wasser, und saugen dann, — wahrscheinlich nur Extrakte aus der Dammerde ein, wenigstens finden sie gewiss nicht so unmittelbar Salze u. dergl. wie einige haben behaupten wollen. Die Dammerde nährt aber sehr, da sie nicht allein zum Theil vom Wasser, sondern auch gänzlich vom Sauerstoffgas aufgelöst werden kann, wie solches die Nachricht von SAUSSURE's Vater beweist (S. 161). Sie verbindet sich leicht mit dem Sauerstoffgase, denn sie ist eine desoxydirte Substanz. Der *Dünger* aus andern Stoffen vermischt sich damit, und die Auflöslichkeit wird befördert.

95.

Durch einen fortgesetzten, der Sonne angehörigen Bildungstrieb mehr noch belebt, steigt die Pflanze bald über ihren Boden in die Höhe, und breitet sich in die Länge und zu den Seiten aus. Gewöhnlich fällt in die Mitte des Stammes der Punkt, wo sich zwey Ausdehnungen nähern, die in einem gewissen Gleichgewichte nach unten als Wurzel, nach oben als Aeste stehen. Die Röhren *leiten* den Saft, die Zellen *bewahren* und *mischen* oder *entmischen* ihn mit den umgebenden Gasen. Sie sind die Behälter desselben.

Je länger diese Entwickelung und ähnliche Wiederholung der Form, fortgeht, desto grösser wird das Gewächs. Doch bald entfernt es sich so weit, dass die Natur dieser Wiederholung Gränzen setzt, auf die immerfort gehende Ausdehnung folgt eine Zusammenziehung [65]), die Aeste werden dünner, die Blätter zarter, es setzen sich Knoten zwischen an, und die unmittelbare Verbindung mit dem Boden wird mehr und mehr aufgehoben, es sind Scheidewände für den Saft hingestellt, die nur sein Feineres durchlassen, wo er sich ruhiger in dem zwischen zwey Knoten abgeschlossenen Theile verändern kann. So geht der grosse Zweck der Vegetation auf *Unabhängigkeit der Organisation vom Boden*, der bey ihr jedoch immer nur *zum Theil* erst erreicht wird. Zur Erläuterung des hier gesagten, führe ich die *Bäume* als perennirende Gewächse an, in deren unterm Theile sich soviel feste Masse absetzen, und durch organisches Leben behaupten konnte, dass sie dem tödtenden Einflusse der Kälte widerstehen, und sonach aber *weiter nichts, als einen* Boden über dem Boden bilden. Jede in sich vollendete Pflanze ist ein Sommergewächs, ein einjähriges; der Baum lässt, (ohne Saamen) aus sich an unzähligen Orten, beim wiederkehrenden Sonnenlichte Keime hervorspriessen, die, in einer *höhern Dammerde* stehend, ihren eigenthümlichen Kreislauf vollenden, Blätter, Blüthen und Früchte in einem Sommer tragen, und sich aus dem Safte zunächst aus ihrem Stamm-Boden nähren. Hierauf beruht

[65]) v. Göthe Metamorphose der Pflanzen etc.

die ganze Erklärung und Theorie des Oculirens, Propfens u. s. w.

96.

Wird durch zu raschen Trieb der Säfte die Scheidewand des Knotens durchbrochen, so dehnen sich die Gefässe mehr aus, die Bildung bleibt roher, und die Blätter- und Stengelerzeugung geht fort. Doch wo das Licht mit Ruhe seine Säfte läutert, eine mässige Nahrung gereicht wird, dann zieht sich ein Punkt zusammen, hinter dem eine neue Welt von Bildungen hervorbricht, der Kelch, und nach ihm die *Blüthe*.

97.

Ein zu rasches Wachsthum steht der Entwickelung entgegen, eine zu sehr beschleunigte Entwickelung dem Wachsthum. Daher kommt es, dass ausgerissene oder wenigstens weit spärlicher ernährte Pflanzen oftmals Blüthenstengel ansetzen, wenn sie diess bey der besten Wartung nie thun wollten. Man hat das den *Erhaltungstrieb* (der Gattung) der Pflanze genannt. Umgekehrt erscheint ein Pflänzchen oft auf undankbarem Boden, zwar blühend und fruchttragend, aber klein und kümmerlich, seine Lebensperioden eilen hintereinander. Die Natur zeigt in ihrem ungestörten Laufe eine Mittelstrasse, mit Zunahme des Gewächses hält die Nahrung an, die Blüthe erscheint.

98.

Man ist jetzt darüber einig, dass die Blüthen in ihrem Baue blosse Reproduktion der untern Theile, zumal des Blattes sind, ja man kann alle Blätter der Pflanze zusammengenommen, eine getrennte Blüthe des Gewächses nennen. Es rückt jetzt die Blattform mit der Stengelform näher zusammen und vereinigt sich völlig im *Stempel.*

Die verschieden gestalteten Blüthen lassen sich immer auf eine Grundform zurückbringen, und alle in eine Tafel an einanderreihen. Es ist blos die Lage, individuelle Bildung und Richtung der Pflanze schuld, dass sie bald so, bald anders erscheint. Anzumerken ist indess, dass die Vegetation einerseits in den Hülsenfrüchten, mit stark gefiederten Blättern, anderseits in den fleischigen Gewächsen ihre höchsten Grade erreicht, und nur durch Monocotyledonen nach und nach zu cryptogamisch animalischen Bildungen hinübersteigt. Die aufs höchste getrennte Gestaltung in den empfindlichen (insektenartigen) *gefiederten* Pflanzen der heissen Himmelsstriche (Mimosa, Hedysarum gyrans, Smithia sensitiva etc.) verrathen, wohin das Feuer der Sonne die Vegetabilien endlich zu führen vermag. Die Abgesondertheit im Einzelnen stellt sich durch wirkliche *Gelenke* dar, und freiere Bewegung tritt ein.

99.

Die Produktion der Blüthe und Frucht, als der letzten Wiederholung der Pflanzen, wird bey diesen

angeführten Pflanzen grösstentheils zur *Nothwendigkeit.* Ihre durch das Licht bewirkte aufs höchste getriebene Spaltung in Stiel und Blatt trennte und schwächte sie so sehr, dass sie sich nicht anders selbstständig zu halten vermochten. Blos bey einigen wenigen Versuchen der Natur gelang eine Ausdauer in den *Hülsenbäumen* u. dergl. Da aber wo der Stengel in das Blatt (bey den fleischigen Gewächsen) und das Blatt in den Stengel (bey den Gräsern und andern Monocotyledonen) verschmilzt, und mit ihm zusammenfällt, da wird Zirkulation und Nutrition näher gebracht, es wird die Pflanze einfacher.

100.

Bey den fleischigen Gewächsen ist alles Knoten oder Keim oder Saame, ein Cactus ist Blatt und Stengel zugleich, er befasst also auch das Leben in sich, was in der andern Pflanze in beyde Organe getrennt ist. Daher ist er auch leichter sich selbst zu überlassen, er treibt aus seiner Substanz neue Sprossen hervor, seine Saamenerzeugung wird überflüssig, und oft ganz vernachlässigt. Knollen zeigen die nemliche Erscheinung unter der Erde, sie sind in eins verschmolzene Knospen, wie die Zwiebeln.

Die Gräser gehen einen andern Weg, fallen aber endlich mit obigen zusammen. Bey ihnen ist fast alles Stengel, der durch starke Knoten getrennt wird. Ein jeder an der Wurzel abgetrennte Theil von ihnen ist schon fähig einen Wurzelfaden zu treiben

und auch dann verliert sich oft Blüthenbildung [66]. Aber wo diese auch nöthig wird, ihrer Ausbildung ist doch nie so viel geopfert, dass sie uns durch Farbe, Grösse oder Geruch ergötzte. Durch den Uebergang der Gräser in die Zwiebelgewächse, nähert sich diese Organisation der vorhergehenden, (z. B. durch Anthericum, Aloe etc.) durch die Palmen aber den gefiederten Pflanzen.

101.

Zur ersten Zeit, wo die Pflanzen, die unsere jetzige Vegetation ausmachen, geschaffen wurden, mögen manche Umstände geherrscht haben, die jetzt verschwunden sind. Seltener sehen wir nur Pflanzen, und dann immer nur auf geringerer Stufe, unmittelbar hervorsprossen [67], die meisten erhalten sich durch *Fortpflanzung*, bald auf niederm Wege der Theilung, bald auf dem höchsten der Saamenbildung. Der mannigfaltige Einfluss von äussern Bedingungen brachte unendliche Mannigfaltigkeit in der äussern Form hervor, die Vegetation im Innern blieb stets dieselbe. Nur die Produkte wurden von dem Bau

[66]) Durch den Ueberfluss von Feuchtigkeit wird die Stengelbildung befördert, weil alsdann weniger *Saftbehälter* (Zellgewebe) nöthig sind, daher auch mit Zellsubstanz in freier Luft *ausgefüllte* Blätter, wenn sie unter Wasser kommen, sich blos in ästige Fäden vertheilen. Aus diesem Gesichtspunkte muss man die Erscheinung mit beurtheilen, deren SAUSSURE S. 97 Erwähnung thut.

[67]) Man sehe TREVIRANUS und meine Abhandlung, oben p. 81. *dieses Anhangs* zitirt.

abhängig, die Einheit von ihnen findet sich erst auf dem Standpunkte wieder, von wo aus wir Einheit der Organisation und des Lebens erblicken.

102.

Ich habe jetzt mein Versprechen erfüllt, indem ich mich bemühte, das Leben selbst vor dem Chemismus heraus zu heben. Wird die grosse Frage beantwortet, was und welches die Grundstoffe in der Natur seyn, kann man von diesen mit Gewissheit sprechen, dann erhebt sich die Ansicht eines organischen Lebens zu einem chemischen, und das Produkt der Verwandtschaften dieser Elemente untereinander wird zum organischen Ganzen.

Ver-

Verzeichniss einiger Druckfehler.

In der Uebersetzung.

Seite	10	Zeile	9 v. u.	*statt* unter *lies* über.
—	47	—	5 v. u.	— diese — jene.
—	—	—	8 v. u.	*streiche* oder *weg*.
—	66	—	23 v. o.	*statt* fertigen *lies* saftigen.
—	146	—	10 v. o.	— er *lies* es.
—	154	—	2 v. o.	— es *lies* jenes, das Wasser.
—	197	—	2 v. u.	— beraubten *lies* nicht beraubten (*mit ihren grünen Theilen versehenen*).

In-

Im Anhange.

Seite 15 Zeile 20 *nach* Saure *lies* jederzeit.

— 32 u. 33 *sind die Noten* 21, 22 *und* 23 *unter einander verwechselt. Die erste Note gehört zu der* 23 *bezeichneten im Texte (S.* 33.) *und die zweite zu nr.* 21 *in demselben.*

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Saussure, Nicolas-Théodore <<de>>,

Theodor von Saussure's Chemische Untersuchungen über die Vegetation

Leipzig 1805

Chem. 266 r

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073702-5